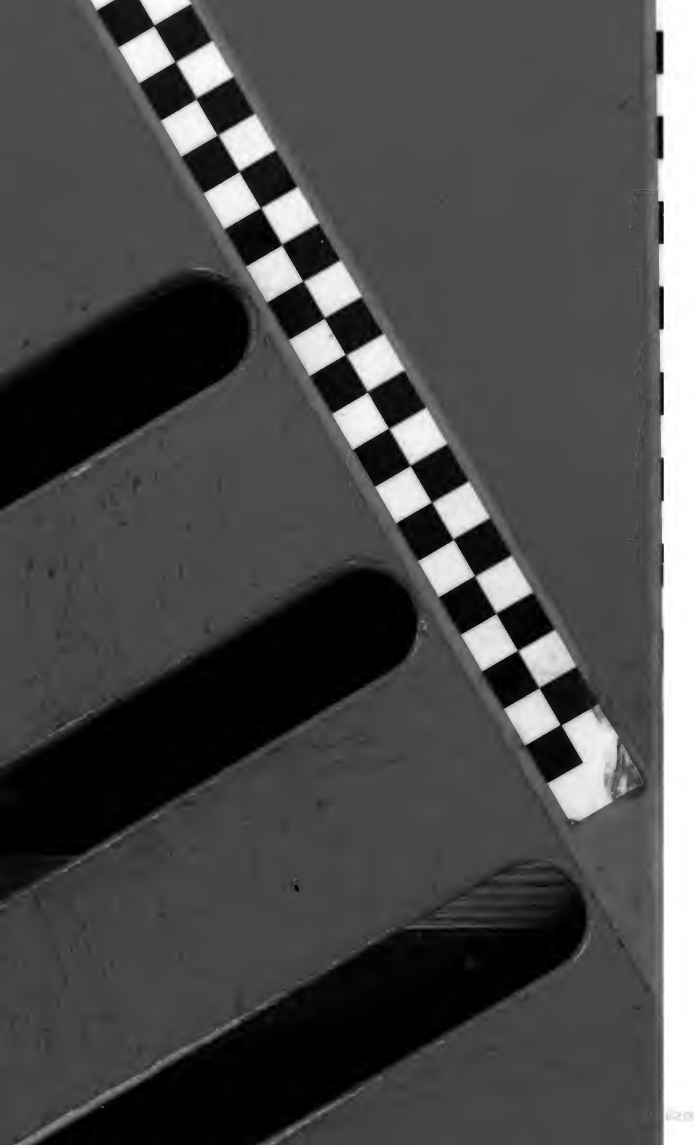
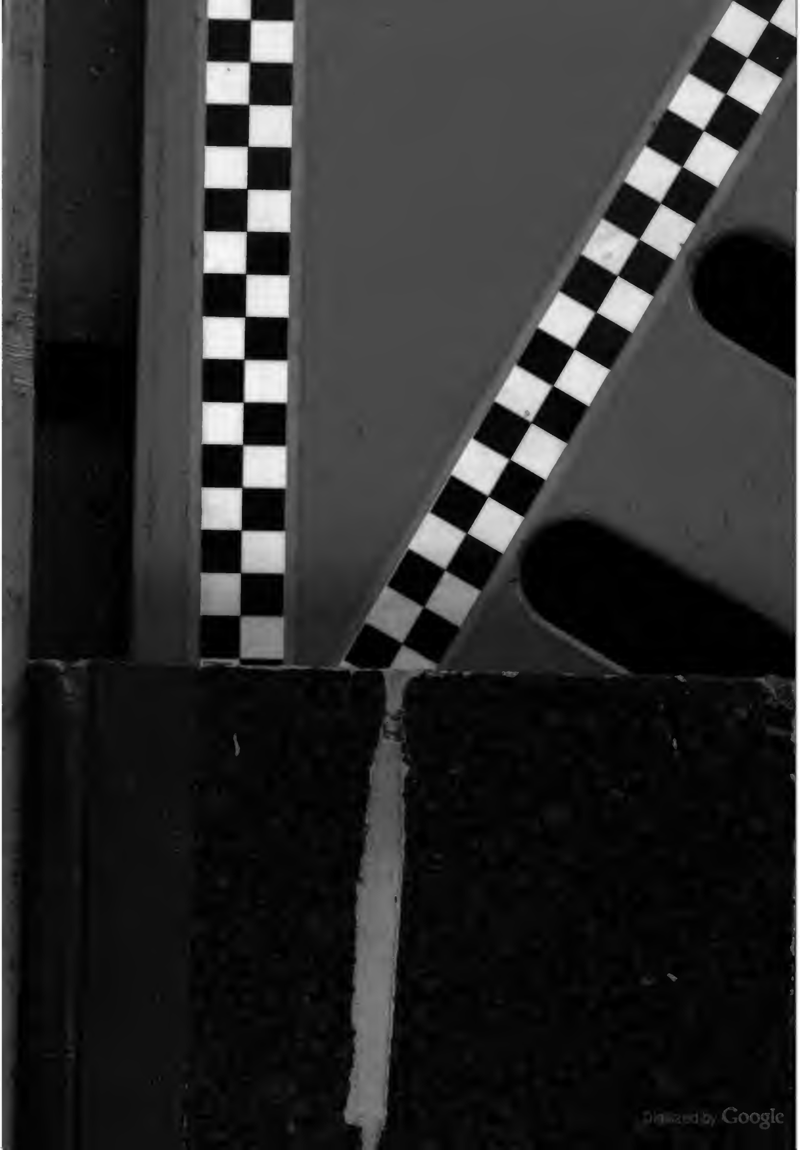
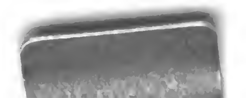
image
not
available




Digitized by Google







DIE

HUMUS-, MARSCH-,

TORF- UND LIMONITBILDUNGEN

ALS

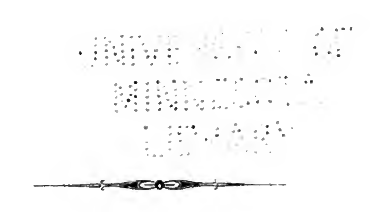
ERZEUGUNGSMITTEL NEUER ERDRINDELAGEN

[FÜR GEOGNOSTEN, BERGLEUTE, FORST- UND LANDWIRTHE]

VON

DR. FERDINAND SENFT,

PROFESSOR DER NATURWISSENSCHAFTEN AM GROSSHERZOGL. REALGYMNASIUM UND AN DER FORSTLEHR-ANSTALT ZU EISENACH; MITGLIED UND ADJUNCT DER KAISERL. L. C. DEUTSCHEN AKADEMIE DER NATURFORSCHER; DER KÖNIGL. PR. AKADEMIE ZU ERFURT ETC. ETC.



LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1862.

Vorrede.

Die von Forst- und Landwirthen so oft an mich gerichteten Fragen: »Woraus bestehen die sogenannten Raseneisensteine? Gehören Ortsteine, Klump, Wiesenerze ebenfalls zu denselben? Unter welchen Verhältnissen bilden sie sich in einem Bodengebiete? In welchem Verhältnisse stehen sie zum Pflanzenleben? Was kann man thun, um diese bösen Eindringlinge im Boden los zu werden?« — alle diese und noch mehrere andere Anfragen trieben mich seit einer Reihe von Jahren dazu, diese eigenthümlichen, sich noch fort und fort erzeugenden, Eisenerzgebilde möglichst genau zu beobachten und zu untersuchen. Als ich aber meine Untersuchungen begann, merkte ich sehr bald, dass die weit ausgedehnten und oft bedeutend mächtigen Ablagerungsmassen dieser Eisenerze in den allermeisten Fällen in bestimmten Lagerungs- und Bildungsbeziehungen zu den Torf- und Humusgebilden, ja sogar zu den Decken lebender Pflanzen standen; und dass ich demgemäss zuerst die letztgenannten Zersetzungsproducte des Pflanzenkörpers sowohl nach ihrer eigenen Entwickelungsweise, wie nach den aus ihnen entstehenden Stoffen und deren Einfluss auf das Mineralreich untersuchen musste, wollte ich genauer mit jenen Eisenerzen vertraut werden.

Indem also auf diese Weise die Untersuchung der Raseneisenerze mich zur Durchforschung der Torfgebilde und diese wieder zur Bearbeitung der Humusgebilde, ja schliesslich sogar zur Beobachtung des Einflusses trieb, welchen auch die lebende Pflanze auf die Veränderungen der Erdrindemassen ausübte, entstanden nach und nach die fünf Abhandlungen, welche in diesem Buche und

zwar in derselben Reihenfolge vorliegen, in welcher sie entstanden sind und auch der Natur der Sache nach folgen müssen.

Jede dieser Abhandlungen war nun ursprünglich zur Veröffentlichung in einer wissenschaftlichen Zeitschrift bestimmt und konnte demnach für sich allein schon als ein selbständiges Ganze gelten. Als ich aber später beim Suchen nach Belegen zu meinen Beobachtungen in unserer neueren geognostischen Literatur in dieser Beziehung einen wirklich auffallenden Mangel entdeckte, welcher um so mehr ins Auge fallen musste, als bekanntermaassen die sich jetzt noch bildenden Erdrindelagen uns allein einen Schlüssel zur Aufklärung einer längst verschollenen Schöpfungsperiode gewähren können —, änderte ich meinen Plan und entschloss mich, die einzelnen Abhandlungen mit einander zu einem Ganzen zu verbinden, um diese Lücke einigermaassen zu decken. Freilich entstand dadurch der nicht ganz auszutilgende Uebelstand, dass nun hie und da in einzelnen Capiteln kleine Wiederholungen, aus den vorhergehenden Abschnitten, vorkommen, welche früher, als noch jedes Capitel eine für sich bestehende Abhandlung bildete, nothwendig waren zum Verständnisse des Ganzen. Ich liess sie indessen in der neuen Umarbeitung stehen, da sie dem Leser das Verständniss jedes einzelnen Capitels erleichtern. Hoffentlich wird das wissenschaftliche Publicum diesen kaum bemerklichen Ueberfluss gern verzeihen.

Soviel über die Entstehung des vorliegenden Buches. Möge es mir nun noch gestattet sein, im Allgemeinen Einiges über die Behandlungsweise der einzelnen Gegenstände mitzutheilen.

Um ganz unbefangen und ohne irgend eine vorgefasste Ansicht beobachten und untersuchen zu können, vermied ich von vornherein jedes Nachlesen in irgend einem, über diese Gegenstände handelnden, Werke. Die Natur allein war meine Führerin; Alles, was sie mir auf meinen zahlreichen, mehrere Jahre hindurch wiederholten, geognostischen Wanderungen in reichlichem Maasse bot, wurde sogleich an Ort und Stelle nach allen Richtungen hin untersucht und aufgezeichnet. Dabei wurden unzählige Versuche mit abgestorbenen Pflanzenmassen an den verschiedenartigsten Oertlichkeiten angestellt; ja sogar im Freien an Ort und Stelle (z. B.

bei der Untersuchung der Humus- und Torfflüssigkeiten) chemische Analysen vorgenommen, um ja die zu untersuchenden Flüssigkeiten im möglichst frischen, unveränderten Zustande zu bekommen. Die auf diese Weise durch achtjährige Untersuchungen gewonnenen Resultate stellte ich nun zum Ganzen zusammen. Sie bildeten also das Grundgerüste meiner Arbeit; an ihnen glaube ich deshalb auch so lange festhalten zu dürfen, als ich nicht durch unumstössliche, aus der Natur selbst entnommene Beweise eines Besseren belehrt werde. Auf Resultate, welche man erst nach mehrtägigen oder gar mehrwöchentlichen Untersuchungen im chemischen Laboratorium gewonnen hat, darf man in dieser Beziehung nicht zu sehr vertrauen, am allerwenigsten feste Schlüsse bauen; denn alle aus der Zersetzung des Pflanzenkörpers hervorgehenden Substanzen sind in einem fortwährenden Umwandlungsprocesse begriffen und verändern sich oft schon während des Transportes — selbst in vermeintlich wohlverschlossenen Flaschen — und dann noch mehr während der chemischen Untersuchung, so dass man im Laboratorium oft ganz andere Stoffe vor sich hat, als es in der Natur an der Stelle ihres Auftretens der Fall ist. Darum bitte ich, meine gewonnenen Resultate nicht eher als untauglich zu bezeichnen, als bis man das von mir untersuchte Material ebenfalls an der Stätte seines Entstehens und seiner Entwickelung wiederholt durchforscht hat. — Möge man aber deshalb ja nicht glauben, als wolle ich halsstarrig an meinen einmal gewonnenen, vielleicht einseitigen und in mancher Beziehung unrichtigen, Resultaten festhalten; nein, ich bitte sogar dringend um Belehrung, nur muss dieselbe sich auf wirkliche, aus der Natur selbst entlehnte, Thatsachen stützen. Möge man aber auch nicht glauben, dass ich in den vorliegenden Abhandlungen blos meine eigenen Beobachtungen gebe; schon ein flüchtiger Blick sowohl auf das nachfolgende Verzeichniss der von mir benutzten Werke, wie auch in meine Arbeit selbst wird zeigen, dass ich meine Untersuchungen so sorgfältig wie möglich mit den schon von anderen Forschern gemachten Beobachtungen verglichen, verbessert oder bestätigt habe. Dies gilt ganz besonders von der Humustheorie. So lange ich die Verwesungsstoffe der abgestorbenen Organismenreste in den, mit allen möglichen Mineraldüngstoffen

wohlversorgten Garten- und Ackerländereien untersuchte, konnte ich zu keinem auch nur einigermaassen festen Resultate gelangen; als ich aber diese Substanzen auf und in dem — noch nicht durch Menschenhand verkünstelten — naturwüchsigen Boden der Wälder, Triften und Moore durchforschte, gelangte ich nach mehrjährigen Beobachtungen und Versuchen zu Producten und Schlüssen, welche sich den von Mulder aufgestellten so sehr näherten, dass ich unwillkürlich die von diesem ausgezeichneten Forscher angegebenen Resultate mit den meinigen zu einem Ganzen verschmolz.

So empfehle ich denn mein Buch dem gerechten und milden Urtheile des sachverständigen Publicums; möge es dasselbe als eine gern gebotene Gabe hinnehmen; möge es in demselben eine Aufforderung finden, die in dem dunkelen und schwerzugänglichen Schoosse des Erdbodens und der Gewässer zubereiteten und so schwer zu untersuchenden phytogenitischen Erdrindebildungen noch mehr zu beobachten, als es bis jetzt geschehen ist; möge es aber auch bedenken, dass gerade die Untersuchungen dieser verborgenen und so leicht wandelbaren Substanzen am leichtesten dem Irrthum unterworfen sind.

Schliesslich bitte ich nur noch, folgende, trotz aller Sorgfalt der Correctur stehen gebliebenen, Fehler verbessern zu wollen.

Seite 62 Zeile 8 von unten muss statt: »kieselschalige Infusorien (aus der Familie der Diatomeen)« gesetzt werden: »kieselschalige Infusorien, Diatomeen und kalkschalige« . . . . .

Seite 101 Zeile 5 von oben steht: Pflanzerfilz statt Pangerfilz.

Seite 147 Zeile 19 von oben steht: Alt-Warmbüchner Moor statt: Alt-Warmbrücher Moor.

Eisenach, am 26. Juli 1862.

Dr. Ferdinand Senft.

Verzeichniss der wichtigeren benutzten Werke.

Unter den Werken, welche ich bei der Bearbeitung der folgenden Abhandlungen benutzt habe, hebe ich namentlich folgende hervor:

a) Für die Humus- und Marschbildungen:

Arends, Beschreibung von Ostfriesland. 1822. und Landwirthschaft in Ostfriesland. 1818. I. Bd.

Boll, Geognosie der deutschen Ostseeländer. 1846.

Brückner, Grund und Boden Mecklenburgs. — Ferner:

Brückner, Entwurf einer Pflanzengeographie Mecklenburgs (in Langmann's Flora von Mecklenburg).

Bronn, Geschichte der Natur. I. u. II. Stuttgart, 1843. (Eine wahre Fundgrube der hierher gehörigen Literatur.)

Keferstein, Geognost. Teutschland. IV. Bd. 3. Heft. 1827.

Liebig, Agriculturchemie, neueste Auflage.

Mulder, Versuch einer physiolog. Chemie. Braunschweig, 1851.

Senft, Forstliche Gebirgs- und Bodenkunde. Jena, 1858.

—— Classification der Felsarten. Breslau, 1857.

Schlossberger, Lehrb. der organ. Chemie. 5. Aufl. Heidelberg, 1860.

Sprengel, Bodenkunde. Leipzig, 1837.

b) Für die Torfbildungen:

Ausser den unter a) schon genannten Werken von *Arends*, *Boll*, *Bronn*, *Keferstein* und *Senft*:

Bühler, die Versumpfung der Wälder etc. Tübingen, 1831.

Dau, Neues Handbuch über den Torf. Leipzig, 1823. — Die Torfmoore Seelands.

Dätzel, Ueber Torf, dessen Entstehen etc. München, 1795.

De Luc, Physical. Briefe etc. 1781. II.

Eiselen, Handbuch zur näheren Kenntniss des Torfwesens. Berlin, 1802.

Erdmann's Journal für pract. Chemie. 1836. 1839 und 1840.

Griesebach, Die Emsmoore. Göttingen, 1846.

Flora von 1837.

Karsten's Archiv für Bergbau. V.

Lesquereux, Recherches sur les marais tourbeux. Neuchatel, 1844.

Ludwig, Geognostische Studien auf einer Reise durch Russland und den Ural. Darmstadt, 1862. (S. 65—102.)

v. Marum, Beobachtungen über den Ursprung des Torfs in den Abhandlungen der botan. Gesellschaft zu Harlem 1799.

Neues Jahrb. der Mineralogie etc. von *Bronn* und *Leonhard* 1838. 1839. 1841 und 1843. (Abhandlungen von *Forchhammer*.)

Poggendorff's Annal. der Phys. Bd. 37.

Rammelsberg, Handwörterbuch der Mineral. 1840.

Sendtner, Vegetationsverhältnisse von Südbayern. München, 1854.

Voigt, Versuch einer Geschichte der Steinkohlen, Braunkohlen und des Torfes. Weimar, 1802.

Wiegmann, Entstehung, Bildung und Wesen des Torfes. Braunschweig, 1837.

Zeitschrift der deut. geolog. Gesellschaft.

c) Für die Limonitbildungen:

Bischof, Lehrbuch der chemischen und physic. Geologie. (I. Bd. S. 490 ff.)

Boll, Geognosie der deutsch. Ostseeländer. 1846.

Bronn, Gesch. der Natur. (II. S. 376 ff.)

Brückner, Grund und Boden Mecklenburgs. (S. 11.)

Erdmann, Journal für pract. Chemie. (1835. V. 471.)

Evenstad, Preisschrift v. d. Sumpf- und Mooreisensteinen in Norwegen. Aus dem Dänischen von *Blumhof*. 1801.

Freiesleben, Geognost. Arbeiten. (III. S. 316.)

Girard, Die norddeutsche Ebene. (S. 104.)

Hausmann, Reise durch Skandinavien. (S. 153.)

—— Handbuch der Mineralogie. (I. Bd. S. 381 f.)

Karsten, Handbuch der Eisenhüttenkunde. 3. Ausg. (II. S. 41—43.)

Keferstein, Geogn. Teutschland. (IV. Band. 2. Heft 1827. S. 111.)

Klaproth, Beiträge zur chemischen Kenntniss der Mineralkörper. (IV. S. 123.)

Leonhard, Handbuch der Oryktognosie. (S. 237.)

Neues Jahrb. der Min. von *Bronn* und *Leonhard*. (1837, S. 697; 1839, S. 719; 1841, S. 17. 19.)

Poggendorff's Annal. der Phys. (B. 37. S. 203 ff. *Kindler*, über die Bildung einiger Eisenerze.)

Rammelsberg, Mineralchemie. 1860. (S. 153—55.) — Handwörterbuch der Mineral. (1840. II. 90.)

Wiegmann, Entstehung und Bestandtheile der Raseneisensteine (S. 68 ff.) in seiner Preisschrift über die Bildung des Torfes.

Inhaltsverzeichniss.

Capitel I.

Die Pflanze als Umwandlerin der Erdrindemassen.

Capitel II.

Die Marschbildungen.

Die Marschen.

Seite

Capitel III.

Moor- und Torfbildungen.

Umwandlung der Moorpflanzen in Torf.

Nähere Beschreibung der Torfgebilde.

Capitel IV.

Die Morasterz- oder Limonitbildungen.

I. Die Körpermasse der Limonite im Allgemeinen.

II. Heimath, Lagerungsverhältnisse und Mächtigkeit der Limonitlager.

III. Bildungsweise der Limonite.

IV. Fort- und Nachbildung der Limonite.

Capitel I.

Die Pflanze als Umwandlerin der Erdrindemassen.

Einleitung.

§. 1. Sieht man von dem durch die Gluth der tropischen Sonne ausgedörrten Sande der Wüste ab, so begegnet man wohl überall auf unserer Erdoberfläche den eroberungssüchtigen Zügen des Pflanzenreichs. Nicht blos die tiefgründige, von Quellen, Bächen und Flüssen ohne Aufhören gespeiste Erdkrume der Thäler und Auen; auch der bindungslose Sand der Dünen, die kärgliche Krume des verwitternden Felsens, ja selbst das kahle, scheinbar noch frische Gestein bildet den Wohnsitz ganzer Pflanzenstaaten. Und dringt das Heer der Faserpilzarten (Rhizomorphen) nicht auch in die Klüfte, Höhlen und Ritzen der Erdrinde ein? Ueberziehen nicht Schaaren von Pilzen die Auszimmerung der Bergwerke und den vermodernden Leichnam in seiner Todesgruft? Schwimmen nicht in den ewig bewegten Wogen des Oceans die Wiesen des Sargaso? Schmücken nicht selbst die rothen Tremellen die unwirthbaren Flächen des ewigen Schneees? — Ja, überall, selbst auf dem kohligen Schutte der durch das Feuer verzehrten Wohnstätten und den von dem Zahne der Zeiten angenagten Kunstwerken des Menschen siedeln sich Colonieen des mächtigen Pflanzenreiches an, sobald nur feuchte Luft alle diese Orte und Gegenstände benetzen kann.

§. 2. Dieses Auftreten und dieses Eindringen der Pflanzen in alle Orte der Erdoberfläche, wo es nur irgend der Raum gestattet, muss eine hohe Bedeutung im Haushalte der Natur haben. In der That lehrt uns auch eine schärfere Beobachtung des Verhältnisses der Pflanzenwelt zum Reiche der Thiere und der mineralischen Massen der Erdrinde, dass einerseits ohne sie gar kein Thierleben möglich ist und andrerseits durch sie sehr viele, wenn nicht die meisten Veränderungen, welche an den Massen des Erdkörpers vor sich gehen, eingeleitet oder auch vollführt werden. — Es ist ja allbekannt, dass die Pflanze durch ihr Ausathmen allen Thieren den für ihr Leben nothwendigen Sauerstoff und durch ihre Körpertheile

der bei weitem grössten Zahl von Thieren die Nahrung darreicht; und dass demnach in Gegenden, wo keine Pflanze wächst, sicher kein Thier — selbst nicht einmal das Raubthier — für die Dauer seines ganzen Lebens wird existiren können.

Anders aber ist es mit dem Reiche der Pflanzen, denn wenn auch das Thier den Pflanzen durch sein Ausathmen die für ihr Leben so nothwendige Kohlensäure und durch seine Auswürfe oder seinen verwesenden Leib gute Nährstoffe gewährt, so giebt es doch zahlreiche Familien, Geschlechter und Arten von Pflanzen, welche ganz unabhängig vom Thiere sich gerade an solchen Orten der Erdoberfläche niederlassen, wo noch keine Spur einer animalischen Substanz zu finden ist, welche auf festem, scheinbar noch frischem, Felsgesteine ihre fröhlich gedeihenden Staaten gründen und mit Hülfe ihrer Körperabfälle aus der anorganischen Masse dieses Gesteins eine Erdkrume schaffen, auf welcher dann die übrigen Pflanzenfamilien üppig gedeihen und ein Reich, so blühend und mächtig gründen, dass es nur durch des Menschen gewaltsames Eindringen oder durch der entfesselten Elemente unbändiges Stürmen zerstört werden kann. Auf diese Weise kann sich demnach jede Pflanze durch sich selbst und ohne alles Zuthun des Thieres Heimath, Wohnstätte und Nahrung, kurz alle die Mittel schaffen, die zu ihrem eigenen und anderer Gewächse Gedeihen nothwendig sind.

§. 3. Das Thierreich ist also der Pflanze bei der Schaffung aller ihrer Lebensmittel wohl entbehrlich, nicht so aber das Reich der Anorganismen — Luft, Wasser und Stein. — Zwar kann ihr eigener Körper bei seiner Verwesung die für die Ernährung anderer Pflanzen wichtigsten Lebensmittel schaffen, aber die für die Assimilation der rohen Nährstoffe und die Festigung ihres Organengewebes so wichtigen Mineralsalze und den für ihre Keimung, für ihre dauernde Ernährung und für ihre Schützung gegen das Toben der Elemente geeignetesten Wohnsitz kann der Pflanze nur die Erdkrume, dieses letzte Product der Mineralzersetzung, gewähren. Und indem sie sich diesen Wohnsitz erst selbst durch die — theils bei ihrem Leben, theils während des Verwesens ihrer Körperabfälle — ausgeschiedenen Stoffe (Sauerstoff, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Wasser) bereiten muss, tritt sie in ein eigenthümliches Wechselverhältniss zum Reiche der Mineralien, in welchem sie, — sich selbst unbewusst und nur angeregt von dem Triebe der Selbsterhaltung —, auf die mannichfachste Weise verändernd und umwandelnd auf die einzelnen Glieder dieses Reiches einwirkt und dadurch in demselben einen Stoffwechsel hervorruft, welcher erst mit dem gänzlichen Verschwinden der Pflanzenwelt von der Erdoberfläche sein Ende erreichen und demnach die alternde Erdrinde so lange verjüngen wird, als noch eine Spur organischen Lebens auf Erden existirt. Das für die Bildungsgeschichte der Erdrinde

Bedeutungsvolle bei diesem Stoffwechsel aber ist, dass die Pflanze, sei es schon während ihres Lebens, sei es erst durch ihre Zersetzungsproducte

1) nicht blos die vorhandenen Erdrindemassen in ihren Bestandtheilen und Aggregatformen verändert, sondern auch aus einzelnen ihrer, oft nur in Spuren in ihnen vorhandenen, Bestandtheile ganz neue, oft weit ausgedehnte Erdrindemassen zu bilden vermag;

2) schon durch mechanische Wirksamkeit Erdrindemassen nicht blos zerstört, sondern auch wieder gegen die zerstörenden Angriffe von Luft und Wasser schützen, ja sie sogar diesen letzteren abzugewinnen und zu neuen Massen ansammeln kann;

3) endlich mittelst ihrer Fäulniss- oder Verkohlungsproducte selbst nicht blos sich mit den von ihr angesammelten Mineralaggregationen innig, wenn auch mechanisch zu mächtigen Erdrindeschichten verbindet, sondern durch diese Verkohlungsmassen allein schon weit ausgedehnte Erdrindeablagerungen bildet, welche nun ihrerseits wieder bald chemisch bald mechanisch auf ihre mineralischen Umgebungen mannichfach einzuwirken vermögen.

Schon diese eben angedeuteten Wirkungsweisen der Pflanze sind von so grosser Bedeutung für die Veränderungen und Fortbildungen der Erdrinde, dass es wohl der Mühe werth ist, nicht blos sie allein, sondern auch die durch sie hervorgebrachten Producte genauer zu untersuchen und ausführlicher zu beschreiben.

I. Die mechanische Wirkungsweise der Pflanzen auf die Erdrindemassen.

§. 1. **Die Pflanze als Felszersprengerin.** Es ist eine bekannte Thatsache, dass Holzkeile in Felsritzen eingezwängt und mit Wasser begossen so aufquellen, dass sie selbst mächtige Felsblöcke auseinander sprengen können. Im Drusethal am südlichen Abhange des Thüringer Waldes und noch an vielen anderen Orten zersprengt man auf diese Weise die grössten Granit-, Diorit- und Porphyrblöcke blos dadurch, dass man zuerst ein 1 — 2 Fuss tiefes Loch in dieselben meisselt, dann in dasselbe einen genau passenden Keil von frischem (»grünen«) Birkenholze einsetzt und endlich denselben wiederholt mit Wasser übergiesst. Vermöge seiner Hygroscopicität nun sich ganz voll Wasser saugend quillt dieser Holzkeil so stark auf, dass er den Felsblock zersprengt. Nimmt man diese eigenthümliche Felssprengung im Spätherbste vor, so geht sie noch leichter von Statten, indem dann durch Gefrieren des mit Wasser gefüllten Keiles die Ausdehnung dieses letzteren sich noch um vieles verstärkt und in Folge dessen auch noch zwängender auf den Felsblock einwirken kann.

Was hier der Mensch mit Bedacht ausführt, das thut jede Pflanzenwurzel von selbst, sowohl die lebende, wie die todte, ja die todte am stärksten. Haben sich die Wurzeln von Bäumen in Ritzen und Spalten von Felsen eingeklemmt, so wirken sie stets erweiternd oder sprengend auf diese letzteren ein. Im Zeisigsgrunde bei Eisenach standen ein paar alte Kiefern auf einer nackten Felsklippe von Quarzconglomerat. Die Wurzeln dieser Bäume hatten sich in eine anfangs kaum 2 Zoll breite Spalte dieser Klippe eingesenkt und zwängten nun so auf die Seitenwände derselben, dass die Spalte nach Verlauf von 6 Jahren 6 Zoll weit klaffte. In dem nassen Herbste des Jahres 1838 füllte sich dieselbe allmählich fast bis an ihre Oberfläche mit Wasser. Als nun um Weihnachten ein starker Frost eintrat, wurde in Folge des gefrierenden Wassers von der Felsklippe ein colossaler Block von etwa 200 Centner Gewicht unter donnerndem Krachen losgesprengt, welcher jetzt noch am Fusse der Klippen liegt und an seiner einen Seite die Eindrücke von den Kiefernwurzeln zeigt, welche bis 10 Fuss tief in die obengenannte Spalte eingedrungen waren.

Ebenso stand noch im Jahre 1845 ein mächtiger Bergahorn am Ebersberge bei Farnroda (eine Meile von Eisenach) auf einem Porphyrriffe gerade da, wo es aus der umlagernden Zechsteinformation hervortrat. Mit seinen mächtigen Wurzelarmen hatte dieser Baum sich so in den klüftigen Porphyrfels eingezwängt, dass er denselben in mehrere colossale Würfelblöcke auseinander gerissen hatte, die er aber immer noch mit seinen Wurzeln wie mit Riesenklammern zusammenhielt. Als nun im Jahre 1850 dieser Baum gefällt wurde, sog sich der stehen gebliebene Wurzelstock sammt seinen Aesten und Zweigen allmählich so voll Wasser und quoll in Folge davon in allen seinen Theilen so auf, dass er mit einem Male den von ihm besetzten Fels in unzählige grössere und kleinere Blöcke zersprengte.

Die absterbende Pflanzenwurzel besitzt aber diese felszersprengende Kraft noch viel stärker als die lebende, einerseits weil sie auf mechanische Weise weit mehr Wasser in sich aufnimmt als die lebende und andrerseits, weil sie zugleich auch bei ihrer Verwesung Säuren ausscheidet, welche ätzend und zerstörend auf die Felswände der Spalten einwirken.

Auf die eben angegebene Weise wirken die Pflanzen vorzüglich zertrümmernd auf Schieferstraten mit stark aufgerichteten Schichten und auf Conglomerate und Sandsteine, deren schiefliegende Schichtmassen durch senkrecht niedersetzende Spalten in würfelige oder plattenförmige Massen abgesondert sind. In der Umgebung Eisenachs trifft man hierzu zahlreiche Belege an den auf ihrer Oberfläche bewaldeten Riffen des Rothliegenden, und es vergeht fast kein Jahr, in welchem nicht da oder dort ein Stück Felswand durch Baumwurzeln von diesen Riffen losgezwängt wird. Ist der Herbst recht nass und der auf ihn folgende Winter recht eisig, dann vollen-

det das gefrierende Wasser das Werk der zwängenden Baumwurzel. Aber auch im Gebiete des mit rhomboidalen Absonderungen durchzogenen Granites und des säulenförmig abgesonderten Porphyrs und Basaltes kann man die Fels zersprengende Kraft der Baumwurzeln überall beobachten. Und es ist gewiss nicht zuviel behauptet, wenn man annimmt, dass an der Bildung des chaotischen Gehäufes von Trümmern, welches die Felsmassen der eben genannten Gebirgsarten so oft umgiebt, sehr häufig die gegenwärtig verwesten Wurzeln der früher auf diesen Felsen gestandenen Bäume einen mehr oder minder grossen Antheil gehabt haben.

Durch diese zwängende Thätigkeit der lebenden wie der abgestorbenen Wurzeln aber arbeitet die Pflanze den Atmosphärenstoffen sowohl, wie auch ihren eigenen felsverändernden Ausscheidungs- und Verwesungsstoffen gar sehr in die Hände. Denn sie schafft durch diese Felszerspaltung grössere Berührungsräume und öffnet durch sie das Innere der Felsmassen, so dass nun jene Umwandlungspotenzen von mehreren Seiten zugleich und nachhaltig auf die letzteren einwirken können.

§. 5. **Die Pflanze als Landschützerin.** Wie die Pflanze sich in dem angegebenen Falle nur als Felszerstörerin zeigt, so tritt sie in andern Fällen aber auch wieder als Beförderungsmittel von neuen Erdrindebildungen oder auch als Schützerin des vorhandenen Landes gegen die Fluthen des Wassers auf, wie folgende Beispiele zeigen werden:

1) Die an den Gehängen der Gebirge befindlichen Wälder schützen das von ihnen bewohnte und bedeckte Erdreich einerseits durch ihr Wurzelgeflechte, welches wie ein Netzwerk von Klammern nicht blos alle Erdkrume, sondern auch das Steingerölle fest zusammenhält, und andererseits durch ihre belaubten Kronen, welche wie Regenschirme selbst den prallen Niedersturz des Wolkenbruches schwächen und so zertheilen, dass seine dicken Wasserstriemen in sanfter niedergleitende Wasserrieseln umgewandelt werden. Darin liegt der Grund, warum die Winterregen, trotzdem dass sie nicht so stark sind als die Sommerregen, aus dem seines Laubschirmes beraubten Gebirgswalde grössere Mengen seines Grundes und Bodens fortfluthen, als die särksten Gewitterregen des Sommers es vermögen, wie man in jeder Gebirgsgegend an den zu verschiedenen Jahreszeiten stattfindenden Ueberfluthungen der Flüsse gewahren kann. Wenn nun die schützenden Wälder an solchen Gehängen ganz entfernt werden, so ist die natürlichste Folge, dass mit jedem Regengusse ein Theil des Erdreiches, welches bis dahin seine Oberfläche bedeckt hat, weggefluthet wird, bis zuletzt an diesen Gehängen nur noch das nackte unfruchtbare Felsgerippe der Gebirge dem Auge des Beobachters entgegenstarrt.

Die in den Revolutionsjahren von 1789 bis 1793 entwaldeten Ge-

birgswände Frankreichs geben hiervon das grossartigste, aber auch abschreckendste Beispiel; denn noch gegenwärtig (d. i. im Jahre 1861) hat man mit den Folgen dieser Entwaldungen, mit den durch sie herbeigeführten Verschlämmungen, Versandungen und den eben hierdurch bewirkten häufigen Ueberfluthungen und Versumpfungen ganzer Landstriche zu kämpfen. (Vergl. hierzu Bronn's Geschichte der Natur II. S. 487—491, wo der Verfasser das Wichtigste aus den Berichten über die Folgen der Entwaldung Frankreichs mittheilt.)

2) Am stärksten treten indessen die Wirkungen des Regens an den entwaldeten Berggehängen der Sand- und Kalksteingebirge hervor, wie man z. B. an den Muschelkalkgehängen des Hörselthales bei Eisenach und des Saalthales bei Jena bemerken kann. Kahl und klippig, durchfurcht von strahlig oder parallel neben einander in die mürbe Bergmasse eingeschnittenen, von oben nach unten an Tiefe und Breite zunehmenden Wasserrissen zeigen sie dem Beobachter, was das Regenwasser an entwaldeten Bergen vermag.

Nur da, wo ein losgerissener Felsblock sich den Wasserrieseln entgegenstämmt, oder an dem allmählich zur Ebene sich abflachenden Fusse dieser Berge sammelt sich die abgewaschene Erdkrume. Auf diesen Erdinseln im Geröllmeere ist es nun auch, wo sich die Pflanze von Neuem anzusiedeln sucht, um dem Menschen so recht augenscheinlich ihre Macht und den Weg zu zeigen, welchen er selbst einzuschlagen hat, um diese kahlen Berge wieder zu bewalden. Als die ersten Ansiedler treten auf Gewächse mit flachziehenden, nach allen Richtungen die Erdkrume ihrer Inseln durchrankenden und sich mit unzähligen Zasern an allen Felsritzen festklammernden, peitschenförmigen Wurzeln: Der Wachholder an kalkigen, die Besenpfrieme (*Spartium scoparium*) an sandigen Bergen. Unter ihrem Schutze sprosst gar bald hervor eine kleine Colonie von genügsamen, schmal- oder borstenblätterigen Gräsern, welche mit ihren lang sich streckenden Filzwurzeln alle Krümchen ihrer Erdscholle so festhalten, dass kein Regenguss ihnen dieselben entreissen kann. Stark wuchernd vermehren sie sich so, dass sie rings um ihren Schutzherrn, den Wachholder, schon in Jahresfrist einen vielhalmigen Rasenplatz bilden, dessen starre, nach dem Absterben nur sehr langsam verwesende Halmbüschel jedes Krümchen Erde, welches der Regen oder Schneeschmelz zuleitet, haushälterisch festhalten und nach allen Seiten hin so ansammeln, dass sich die ursprünglich kleine Erdinsel mit jedem Jahre vergrössert. Währenddem vermehren sich auch die Sträucher des Wachholders oder der Besenpfrieme so, dass sie in wenigen Jahren eine Art Waldzone am Gehänge des Berges bilden, welche sich theils nach beiden Seiten, theils nach der Höhe des Bergabhanges, nach welcher hin alle Erdkrume sich absetzt, immer mehr ausbreitet. Während des

Winters lassen sich die Krammetsvögel oder Drosseln im Wachholdergebüsche häuslich nieder und setzen da mit ihrem Unrathe die auf ihren Streifzügen genaschten, schwerverdaulichen Samen der Früchte vom Weissdorn, Hartriegel, Schwarzdorn, Schneeball und der wilden Rose, — lauter Sträuchern, welche wurzelreich sind — ab. Beim Beginne des wiederkehrenden Frühlings keimen diese Samen und nun erhebt sich allmählich aus dem eintönigen Wachholdergestrüppe ein buntes Gemisch von Sträuchern des Weissdorns, der Schlehe, der wilden Rose und des Schneeballs, lauter Holzgewächse, welche mit ihren regenabwehrenden Kronen das schon gebildete Land schützen, mit ihren Stämmen die vom Berggipfel zugefluthete Verwitterungskrume haushälterisch ansammeln und mit ihren alljährigen Laubabfällen die gesammelten Bodenkrumen düngen, so dass sich nun bald auch unter ihrem Schutze ungenügsamere Baumarten ansiedeln können. Hat sich aber erst ein Waldgürtel von Bäumen wieder gebildet, dann ist auch das schon angesammelte Land geschützt und ein Damm gebildet, vor welchem sich immer mehr und mehr das von oben herabgerieselte Erdreich ansammelt. In dem Grade indessen, wie sich vor der Waldzone das Erdreich ansammelt, rückt auch diese Zone immer weiter dem Berggipfel zu: voran immer der Wachholder und in seinem Gefolge die Schaar der genügsamen, mit langen, auslaufenden, filzig sich verzweigenden Wurzeln versehenen Gräser und Kräuter, und zuletzt die hochstämmigen Bäume; bis endlich — meist erst nach vielen Jahren — das Pflanzenreich den ehemals öden, geröllreichen Bergabhang ganz erobert hat und nun mit seinen verwesenden Abfällen so düngt, dass die Felsverwitterung wieder in vollem Zuge beginnt und neues Land schafft. — So geschieht es an den steilen, durch menschliche Unvorsichtigkeit kahl und unfruchtbar gewordenen Gehängen der Muschelkalkberge Thüringens, und so kann man es auch beobachten an den Kalkwänden der Alpen da, wo der Mensch und das Vieh diese Wände ganz unbeirrt lassen.

3) Wie an dem felsigen Gehänge der Gebirge, so arbeiten auch die Pflanzen an der Festigung des losen Sandes auf den Dünen und in den Wüsten. Da, wo am flachen Strande die Meereswoge ihre dem Grunde oder den Wänden ihres Riesenbettes geraubten Gerölle- und Sandladungen aufhäuft, sieht es öde und unwirthbar aus; keine Pflanze unterbricht mit ihrem Grün oder ihren bunten Blüthen das wallförmige Gehäufe des weissgebleichten Sandes; selbst nur flüchtige Vögel, welche die vom Meere ausgeworfenen Schaalthiere gierig aufsuchen und eiligen Schrittes über die Höhen dieser Sandwellen hineilen, bringen momentan Belebung in diese traurige Scene. Sonst ist alles todt und still. Aber wenn über die Meeresfläche her ein Luftstrom den Dünenwall streift, dann entsteht Bewegung und Leben in dem losen Gehäuse des Sandes, aber was für ein Leben? Ein Verderben bringendes; denn dieser Luft-

strom hebt gewaltige Wolken des staubförmigen Sandes und streut sie weit und breit über das grünende Land, so dass dieses allmählich in eine unfruchtbare, ewig bewegliche, immer weiter landeinwärts schreitende Wüste umgewandelt wird. Das nördliche Jütland und noch mehr das südwestliche Frankreich — die allbekannten *Les Landes* — geben von diesem Wirthschaften des Dünen-Flugsandes ein gewaltiges Beispiel. Des Menschen erfinderische Hand ist in der Regel gegen dieses Wüthen des vom Seewinde gejagten Dünensandes ohnmächtig. Und gelingt es ihr, Herr des Flugsandes zu werden, so hat sie es nur den Ansiedlungen von Gewächsen zu danken, die sie mit vieler Mühe und nach jahrelangen Versuchen an die losen Schollen des Sandes gebannt hat, wie die Versuche im südwestlichen Frankreich gelehrt haben. — Der Natur dagegen gelingt diese Fesselung des losen Sandgehäufes viel leichter und schneller. Theils durch ihre Luftströmungen, theils durch das alles benaschende Geschlecht der Gänse- und Entenvögel führt sie den beweglichen Wellen der Dünen Samen von Pflanzen zu, welche wenig Ansprüche an ihre Wohnstätte machen und schon zufrieden sind, wenn dieselbe ihnen feuchte Luft und einen Wachsthumsraum für ihre nach allen Seiten hin auslaufenden und sich stark verfilzenden Wurzeln und stark wuchernde Samenbrut gewährt. Die graue Schmiele (*Aira canescens*), das Sandrohr (*Arundo arenaria)*, das Sandlieschgras (*Elymus arenarius*), das Sandried (*Carex arenaria*) — kurz lauter stark wuchernde und stark wurzelnde Gräser sind die ersten Colonisten im Gebiete des Flugsandes. Durch ihre zahlreichen Halme und Blätter wird der letztere den Wellen des Luftmeeres entzogen und durch ihre vielzaserigen, wie unzählige Klammern die Sandkörnchen umschliessenden Wurzeln gefesselt, fruchtbar und für Weiden, Erlen und Kiefern wohnbar gemacht. Durch sie wird aber auch in den flachmuldenförmigen Thälern zwischen den Dünenwällen ein undurchlässiger Grund geschaffen, in denen nun das Regenwasser stehen bleibt und grössere oder kleinere Seeen und Sümpfe bildet, in deren Innerem sich sehr bald Wasseralgen und Wassermoose ansammeln und zur Entstehung von Torflagern Veranlassung geben.

§. 6. **Die Pflanze als Landbildnerin in Gewässern.** Hinter flachen, zum grossen Theile vom Winde schon abgetragenen Dünenreihen befinden sich oft Seeen, auf denen sich durch Algen und Wassermoose, welche vom flachen Ufer aus in den See hineingewachsen sind, gebildete schwimmende Torfinseln, Fenn oder Hangesak genannt, befinden. Feiner mit Thontheilchen untermischter Sand, welcher vom Seewinde auf dieselben getrieben wird, macht dieselben etwas schwerer und bewirkt, dass sie sich etwas weniges unter den Wasserspiegel herabsenken. Jetzt siedeln sich nun auf ihrer vom Wasser etwas bedeckten Oberfläche neue Wasser-

gewächse — Sumpfgräser und Moose — an, welche im Verlaufe der Zeit auch wieder in Torfmasse umgewandelt und von herbeigewehtem Sand und Thon bedeckt, aber eben dadurch wieder etwas schwerer und auf diese Weise etwas tiefer untergesenkt werden, so dass Wasser wieder ihre Oberfläche bedeckt. Indem sich nun unaufhörlich wieder Sumpfpflanzen ansiedeln, abermals Torf bilden und wieder vom Flugsande bedeckt werden, wird das Fenn immer dicker und immer mehr nach dem Grunde des See's gedrückt, bis es den letzteren erreicht hat, aber nun auch den ganzen See mit einer Landesmasse ausfüllt, welche aus abwechselnden Schichten von Torf, Sand und Thonlagen besteht und an seiner allmählich austrocknenden Oberfläche eine sehr bald von Gräsern, Weiden, Erlen und Birken bekleidete Landesfläche bildet. Auf diese Weise hat also die Pflanze aus einem Wasserpfuhl eine ganze Formation von Erdrinde gebildet. Später wird bei der Bildungsgeschichte der Moore (Cap. II.) von dieser eigenthümlichen Art Landesbildung durch schwimmende Inseln noch mehr die Rede sein.

Aber selbst grössere Seeenbecken, ja selbst Theile des Meeres können Pflanzenansiedelungen allmählich ausfüllen, wie wir später sehen werden. Hier sei daher nur erwähnt, dass nach Bronn (Geschichte der Natur II. S. 345.) »die *Conferva chthonoplastes* im Golf von Odensee sich so übermässig vermehrt, dass der Boden sich erhöhete, indem sich stets Sand und Schlamm noch dazwischen absetzte und zuletzt ein festes Erdreich bildete, worauf *Poa maritima*, *Salicornia herbacea*, *Arenaria marina* wachsen« —, und dass sich an der Mündung vieler Ströme die angeflutheten Holzstämme so anhäufen, dass sie zur Bildung von Halbinseln und Inseln Anlass geben. Was namentlich diesen letzten Punkt betrifft, so ist er von der grössten Wichtigkeit für die Bildung neuen Landes selbst an den tieferen Stellen des Meerbettes. Die von den Flüssen in das Meer geflutheten Baumstämme saugen sich schon während ihres Transportes so voll Wasser, dass sie am Ende zu schwer werden, um sich noch länger schwimmend erhalten zu können. Nun zu Boden sinkend häufen sie sich im Zeitverlaufe so an, dass sie ein mächtiges Bollwerk, einen natürlichen Rost bilden, zwischen, hinter und auf welchem nicht blos die Meereswogen, sondern auch die Stromfluthen selbst all ihren Mineral- und Pflanzenschutt anhäufen, bis derselbe vermehrt durch die immer wieder neu zugeführten Baumstämme zu einer über dem Meeresspiegel hervortretenden flachen Insel oder Halbinsel angewachsen ist. Nach Bronn (Geschichte der Natur II. S. 515.) häufen unter den amerikanischen Strömen der Mississippi und der Amazonas das meiste Treibholz längs ihrem Laufe und nächst der Mündung an. »Unermessliche Strecken von Treibholz-Ablagerungen tragen nach Bringier bei zur Bildung der Inseln des ersten dieser Ströme und seiner Nebenflüsse hauptsächlich im Delta-Gebiete. Die ansehnlichsten

kennt man an den Ufern des Red-River, seines letzten grossen Zuflusses von W. her; sie ist 16 Engl. Meilen lang und stellenweise bis 15' breit. Beim Achafalya, welcher jetzt eine der Mündungen des Mississippi bildet, sind einige hundert Meilen Küste aus Holzschichten gebildet worden, welche alle 2 — 3 Jahre unter einer Sand- und Blätterlage verschwinden und seinen Lauf wechselweise um 4 — 5 Meilen östlich oder 2 — 3 Meilen westlich, besonders aber immer mehr nach Osten drängen. Er sendet jede Minute 800 Kubikfuss Baumstämme hauptsächlich von Nadelhölzern durch seine Mündung aus, was im Jahr über 42,000,000 Klafter (zu je 100 Kubikfuss) betrüge; die Zweige, Blätter und den Schlamm hinzugerechnet kann man die jährlichen Niederschläge des Flusses auf 36 Kubikmeilen berechnen. — Der Mackenzie- und Slave-River setzen viel Treibholz in den Landsee'n ab, die sie durchströmen, hauptsächlich im Slave-Lake; anderes geht bis ins Meer. In den See'n entstehen Inseln, die bald wieder von lebenden Weiden-Dickigen bedeckt und gebunden werden. Die Treibholz-Stämme zerfallen dann allmählig in eine dunkelbraune, faserige, torfartige Materie, welche 4 — 5 Fuss tief von den Weiden-Wurzeln durchzogen wird, mit oft bituminösem Sand und Thon wechsellagert und in älteren Bänken eine horizontal-schieferige oder regelmässig gewölbtschichtige Textur annimmt, welches auch anfangs die Form der Absetzung gewesen seyn mag. Kann sich etwas Bitumen darin ansammeln, so entsteht Braunkohle.«

Die auf diese Weise entstandenen Landbildungen zeigen in der Regel eine abwechselnde Schichtenfolge von verkohlenden Baumstämmen — zukünftigen Braunkohlenlagern — und braunem oder schwarzem (bituminösem) Thon und Sand, ganz ähnlich wie wir es in den alten Formationen der Braunkohle bemerken.

§. 7. **Die Pflanze als Landsammlerin in und an Gewässern.** Wie in dem eben beschriebenen Falle Pflanzenreste zur Landesbildung beitragen, geschieht dies auch schon durch lebende Pflanzenwälder. Wer hat noch nicht von jenen merkwürdigen M a n g l e- und M a n g r o v e-B ä u m e n gehört, welche am Meeresstrande und den Strommündungen Westindiens, Südamerika's und anderer tropischen Landesstriche unermessliche Waldungen bilden, die sich selbst noch in das Fluthgebiet des Meeres hinein verbreiten?

Diese Gewächse bilden durch ihr ausserordentliches Wurzelgeflechte, welches nicht blos dem Fusse ihres Stammes, sondern auch ihrem Samen und Aesten entsprosst und von ihnen aus in unzählbaren Säulenschäften zum Boden niedersteigt, um selbst wieder zu neuen Baumstämmen zu werden, ein wahres Landbildungsnetz; denn zwischen den zahllosen, dicht an einander gedrängten Stämmen dieses Netzes bleibt aller Schutt, welchen die wildbewegte Meereswoge hineinspült, hängen und häuft sich

allmählich so, dass trockenes Land entsteht, von welchem dann als ihrer Natur nicht zusagend jene wurzelsüchtigen Bäume entweichen, um sich am Aussenrande desselben eine neue Heimath zu gründen. Indem es ihnen aber im Zeitverlaufe in dieser ebenso ergeht, wie an der ersten Mutterstätte, werden sie selbst und mit ihnen das durch sie gebildete Land immer weiter in den Schooss des Meeres hinausgeschoben, bis sie am Ende an Stellen des letzteren gelangen, welche zu tief sind, um ihnen noch einen Haftpunkt zu gewähren. Ganz ähnlich wie diese Wurzelbäume wirken an den Mündungen des Mississippi die Wälder der *Cupressus thyoides*, welche die ersten Ansiedler auf den noch schlammigen und überflutheten Inselbildungen dieses Stromes sind.

Und in unseren deutschen Landesgebieten sind es die hochhalmigen Wassergräser und Weidenarten, welche die ersten Landabsätze des Wassers bevölkern und zur weiteren Cultur vorbereiten.

Wieviel überhaupt Pflanzenmassen sowohl mit ihrem Wurzelgeflechte, wie mit ihren Stengeln und Aesten bei der Festigung von Land gegen drängende Wasserfluthen vermögen, sieht man an den Ufern eines jeden Baches und Stromes, und welchen Einfluss sie auf die Landesansammlung aus den in Wasserfluthen befindlichen Schlammtheilchen ausüben, das kann man in der nächsten Umgebung eines jeden in einem Flussbette liegenden Weidenbaumes bemerken. So habe ich selbst beobachtet, wie sich um einen solchen in der Hörsel unweit Eisenach liegenden Weidenstamm innerhalb zweier Jahre eine schon trocken gelegte, 10 Fuss lange und 4 Fuss breite Insel gebildet hatte, in deren Erdmasse die Zweige der Weide wieder frische Wurzeln getrieben hatten und so ein fortwachsendes Weidengebüsch bildeten, um welches herum der kletternde Nachtschatten (*Solanum dulcamara*), und die weisse Zaunwinde (*Convolvulus sepium*) ein wirklich malerisches Gewinde bildeten, während der übrige Theil der Insel mit dem grossblätterigen Huflattich, dem hochhalmigen Wasserrispengras, dem nelkenblüthigen Seifenkraute, und dem rothblüthigen Wasserweidenröschen recht schön geschmückt war. In dem Bette eben dieses Flusses erzeugen sich überall da, wo irgend ein Ufervorsprung, sei es eine kleine Erdzunge oder die Wurzel eines Baumes, in dasselbe hineinragt, Geröll- und Sandhalbinseln. Kaum haben sich dieselben so erhöht, dass sie das Wasser im gewöhnlichen Zustande nicht mehr überfluthen kann, so siedeln sich auch schon hochhalmige Gräser in grosser Menge auf ihnen an, hochstengelige Stauden des Rainfarren (*Tanacetum vulgare*), des Wasserwolfsschlunds (*Scrophularia aquatica*) und des Wasserweidenröschens (*Epilobium hirsutum*) gesellen sich dazu und endlich finden sich auch, vom nahen Ufer durch Samen dahin verpflanzt, Weidengebüsche ein. Die Halme und Stengel aller dieser Gewächse bilden am Ende noch ein dichteres Netzwerk, als die Wurzelstämme jener Mangrovewälder. So oft nun nach starken Land- oder

Gewitterregengüssen, vorzüglich aber beim beginnenden Frühjahre nach einem starken Schneeschmelze der Fluss sein schlammerfülltes Wasser über diese neuentstandenen Halbinseln wälzt, lässt er nicht blos all seinen Erdschlamm, sondern auch einen wahren Filz von Blättern und Wasserpflanzen, so namentlich vom Wasserhahnenfuss (*Ranunculus fluitans*) und Laichkraut (*Potamogeton natans*) zwischen jenem Netzwerke von Stengeln sitzen, oft soviel, dass sich die Halme der Gräser von der auf ihnen liegenden Schlammlast gedrückt zu Boden senken, wo sie verwesen. Indessen kaum hat sich die neue Schlammdecke, welche in manchen Jahren (z. B. im Frühjahre 1858) über einen Fuss beträgt, gesetzt und getrocknet, so erscheinen auch wieder neue Gräser, diesmal schon Windhalmen (*Agrostis*) und Rispengräser (*Poa*) untermischt mit Huflattich (*Petasites*). Allein noch ist ihr Standort nicht hoch genug, um allen Wasserüberfluthungen enthoben zu sein. Erst wenn diese nach gewöhnlichen Landregen nicht mehr stattfinden können, erst dann stellen sich lauter gute Gräser ein und die junge Halbinsel wird nun zu einer üppig fruchtbaren Wiese umgewandelt. Dies alles kann unter den gewöhnlichen Witterungsverhältnissen in einem Zeitraume von 8—10 Jahren geschehen.

Wie auf den Sandbänken im Rinnsale kleinerer Flüsse, so lassen die grossen Ströme auf ihren flachen Ufergeländen bei jeder Ueberfluthung eine Menge humusreichen Schlammes zwischen den daselbst wachsenden Pflanzen sitzen, wodurch im Zeitverlaufe diese Uferländer so hoch werden, dass sie zuletzt die Ströme nur noch bei starken Wasseranschwellungen überfluthen können. Die üppig fruchtbaren Uferlandschaften vieler deutschen Ströme geben dafür hinlänglich Belege.

Aber diese Ströme bilden in dem Gebiete ihres Unterlaufes auch in ihrem Strombette selbst, theils an ihren Ufern, theils inmitten ihrer Stromrinne flache, aus feinem Sande und humusreichem Thonschlamme bestehende Bänke, welche mit Hülfe der sich auf ihnen ansiedelnden Pflanzen sich allmählich erhöhen und aus anfänglich unfruchtbaren Sandbänken später zu schlammigen Moorinseln und zuletzt zu unermüdlich fruchtbarem Ackerlande werden. Die Inseln des Spreewaldes, die sogenannten Brüche der Oder und die Werder an der Weichsel beweisen dies. In der Regel hilft dann der Mensch auch nach, indem er diese neuen Halbinseln und Inseln mit Weiden bepflanzt oder, wenn sie allzu moorig sind, mit Wasserabzugsgräben versieht und mit Erdwällen umgürtet, damit sie gegen fernere Ueberfluthungen geschützt sind. Haben solche Inseln sich normal entwickeln können, so zeigen sie im Durchschnitte ihrer Masse eine Art Schichtenfolge, welche aus abwechselnden Lagen verwesender Pflanzenmassen, schwarzen Thones oder Lehmes und Mineralschuttes (Sandes oder Gerölles) besteht.

Indessen in einem noch viel grösseren Maassstabe geht die Bildung

fruchtbaren Landes durch Hülfe der Pflanzenwelt in der Mündung grosser, langsam fliessender Ströme oder am Meeresstrande vor sich, wie wir später bei der Beschreibung der Marschbildungen noch ausführlicher zeigen werden.

II. Die Pflanze als Verwitterungspotenz für Felsarten.

§. 8. **Die Flechten als Beförderungsmittel der Felsverwitterung.** Es ist eine allbekannte Thatsache, dass alle Gesteine mit heller oder glatter Oberfläche die Wärmestrahlen der Sonne sehr stark zurückwerfen und sich in Folge davon nur sehr langsam erwärmen, dann aber auch, wenn sie einmal die Wärme in sich aufgenommen haben, lange warm bleiben. Ebenso ist es andererseits bekannt, dass alle Gesteine mit dunkler oder rauher Oberfläche sich um so schneller erhitzen, aber auch um so rascher wieder abkühlen, je schwärzer ihre Farbe oder je rauher ihre Oberfläche ist.

Diesen Thatsachen zufolge werden z. B. Kalksteinfelsen eine um so gleicher bleibende Temperatur zeigen, je heller ihre Farbe und je gleichartiger und dichter ihr Gefüge ist. Wenn nun aber in einem Körper die Temperaturgrade nur ganz allmählich wechseln, werden auch die Massetheilchen dieses Körpers bei steigender Wärme gleichmässig ausgedehnt und bei sinkender Wärme wieder gleichmässig zusammengezogen und in Folge hiervon in ihrer Verbindung nicht gelockert werden; es werden demnach auch wenig oder gar keine Risse und Sprünge an der Oberfläche des Körpers entstehen, und wo diese nicht sind, da können auch die steinzersetzenden Atmosphärilien nicht haften und nagen. — Alles dieses ist bei den hellergefärbten und dichten Kalksteinmassen der Fall. Die Kalkfelsen würden daher Jahrtausende hindurch immer kahl und nackt ihre Riesenkörper den sie bestürmenden Wogen des Luftmeeres trotzig und unverändert entgegenstämmen, wenn nicht kleine, unserem blossen Auge unsichtbare Pflanzenkeime dem sonst so mächtigen Heere der Atmosphärilien zu Hülfe kämen und durch ihr schmarotziges Anhaften die bekämpfte Felsmauer demselben zugänglich machten. — Hier macht sich in der That die Macht des Kleinen im Haushalte der Natur so recht geltend; denn was der Riese nicht vermag, das muss der kleinste aller Zwerge ausführen. —

Die Kalksteinmassen trotzen den wechselnden Graden von Wärme und Kälte, von Trockenheit und Nässe und den unermesslichen Wogen der atmosphärischen Gase, aber der Schurfflechte, dieser kleinsten aller Pflanzen, die nicht grösser als ein Staubkörnchen ist, vermögen sie nicht zu widerstehen.

Wer hat nicht schon an Felswänden, namentlich an der Wetterseite derselben, die untermischt schwarzgrau, grün, gelb und braunroth gefärbten, bald wie angespritzt, bald wie marmorirt aussehenden, Ueberzüge bemerkt, die, obgleich angeflogenem Farbenstaube ähnlich, so fest anhaften, dass man sie kaum mit Hammer und Meissel von ihrer steinigen Unterlage lostrennen kann? — Alle diese, den kahlen Fels oft so malerisch schmückenden Ueberzüge sind weiter nichts als Wälder oder Wiesen — oder wie man sie nennen soll — von mikroskopisch kleinen Pflänzchen, welche zu der Classe der Flechten und zwar zu den Familien der Schurf- oder Krätzflechten (*Leprae*), Blatterflechten (*Variolarieae*), Krustenflechten (*Verrucaria*), Lager- oder Wandflechten (*Parmelia*, *Collema*, *Umbilicaria*, *Gyrophora* und *Lecanora*) gehören.

Wer sollte es meinen, dass diese Zwerge des Pflanzenreiches von der Natur dazu bestimmt sind, das starre Gestein anzunagen, zu zerkrümeln und zum Wohnsitze für höhere Pflanzen umzuwandeln? Und doch ist es so! Wo irgend ein nackter Fels von den Dunstwellen der Atmosphäre benetzt und befeuchtet wird, da siedeln sich auch gleich ganze Schaaren dieser Pflänzchen an und da klammern sie auch gleich mit ihren mikroskopisch kleinen Haftorganen sich so fest an jedem Vorsprung, an jedem Ritzchen des Gesteines an, dass kein Orkan, keine Wasserwoge, ja kaum des Meissels scharfe Schneide sie von ihrer einmal in Besitz genommenen Unterlage losreissen kann. — Und kaum haben sie sich niedergelassen, so beginnt auch schon ihr zerstörendes Wirken theils mittelbar, theils unmittelbar. Durch ihre sich immer weiter ausbreitenden Ueberzüge machen sie die Oberfläche der Felswand rauh und wandeln sie darum in einen guten Wärmestrahler um, in Folge dessen sich die Gesteinsoberfläche während des Tages leichter erhitzt, aber auch während der Nacht wieder stärker abkühlt, mit Thau beschlägt und so leichter rissig und sprüngig wird. Ewig durstig saugen sie ferner jede Spur von atmosphärischer Feuchtigkeit an und halten sie fest. Durch die Kohlensäure nun, welche dieser atmosphärische Wasserdunst theils schon aus seiner Heimath mitbringt, theils auch von den absterbenden und verwesenden Gliedern der Flechten selbst erhält, wirkt die angesogene und in die feinsten Steinritzchen eindringende Feuchtigkeit zersetzend auf die Steinmasse der Felswand ein, löst und laugt aus ihr kohlensaures Kali und doppelt kohlensauren Kalk, und macht sie dadurch mürbe, bröcklich und erdig. Aber Kali- und Kalkerdesalze scheinen — soweit meine durch Beobachtung und chemische Analyse der Asche von Flechten erhaltenen Erfahrungen reichen — ein Hauptgewürze für alle Schurfflechten zu sein; sie saugen darum nicht blos diese durch das kohlensaure Wasser präparirte Nahrung gierig auf, sondern bereiten auch — gewissermaassen durch die so genossenen Gewürze dazu gereizt — in ihrem eigenen Körper zwei Säuren, welche unter allen Säuren

die grösste Kraft besitzen, Kali und Kalkerde aus allen ihren Verbindungen herauszuziehen und mit sich zu verbinden. Diese beiden Säuren sind die Weinstein- und Oxalsäure. Mit ihrer Hülfe verwandeln sie die so genossenen kohlensauren Salze in weinsteinsaures Kali und oxalsauren Kalk, zwei Salze, welche sie nun wegen ihrer Unlöslichkeit in Wasser zur Festigung ihrer Zellenmembran verwenden und bei der Verwesung ihres Körpers als Beschlag auf ihrer felsigen Unterlage zurücklassen. Wenigstens sprechen dafür die kleinen Krystallüberzüge von oxalsaurem Kalk auf Kalkspathdrusen an Dolomitwänden, welche ganz von Schurfflechten überdeckt sind, und die mehligen Beschläge von oxalsaurem Kalk, welche nach Liebig (vergl. in Rammelsberg's Mineralchemie S. 248 den Whewellit und Conistonit) an einem Flechtenüberzuge antiker Marmorsäulen des Parthenons vorkommen. — Oder sollten, wie Einige annehmen, die Flechten schon von selbst die genannten beiden Säuren ausscheiden, um ihre felsige Unterlage damit anzunagen? Einiges scheint dafür zu sprechen. Mag indessen dies nun so oder so sein; gewiss ist es, dass Kali und Kalkerde zwei Lockmittel sind, durch welche zahlreiche Schurfflechten angetrieben werden, ihren Sitz auf Kali- und Kalkerde-haltigen Mineralmassen und vor Allem auf Kalksteinfelsen zu nehmen. So kommen nach v. Krempelhuber (»Die Lichenen-Flora Bayerns in dem IV. Bd. 2. Abtheilung der Denkschriften der Königl. bayer. botan. Gesellschaft zu Regensburg 1861.«) in Bayern allein

von 52 *Collemaceae* 23 Arten,
» 136 *Parmeliaceae* 25 »
» 176 *Lecideaceae* 34 »
» 89 *Verrucariae* 54 »

nur auf Kalkstein vor. Unter diesen Arten erscheinen dann stets am stetigsten die mit ihrem ganzen Krustenlager der Felsunterlage fest angewachsenen.

Einen interessanten Beleg für die eben ausgesprochenen Thatsachen giebt ein Steinbruch im Rothliegenden am westlichen Fusse des Wartburgberges. In diesem Bruche wechseln sechsmal 1—3 Fuss dicke Bänke aus rothem Schieferthon mit einem grobkörnigen Conglomerate, welches bis kopfgrosse Trümmer von Granit (s. g. Granitit) enthält. Während nun die Bänke des Schieferthones an ihrer Aussenfläche fast keine Spur von Schurfflechten enthalten, sind die Granittrümmer des Conglomerats mit verschiedenen Arten dieser Flechten bedeckt.

Werden in diesem Bruche durch Steinbrecherarbeiten neue, ganz frische Bänke blossgelegt, so sind dieselben — aber immer nur an den Granittrümmern des Conglomerats — schon nach 8 Wochen wieder mit neuer Flechtenbrut bedeckt. Bemerkenswerth ist hierbei noch, dass sich an den Granittrümmern selbst die meisten Flechten auf dem oligoklas-

haltigen, viel weniger auf dem orthoklashaltigen Granite befinden. Sollte das wohl seinen Grund in dem Kalkerdegehalte des Oligoklas haben? Ich vermuthe es deshalb, weil ich an den Oligoklasgranitfelsen bei Ruhla auch weit mehr Schurfflechten gefunden habe, als an den Orthoklasgraniten. — Noch viel auffallender aber ist der Zug der Schurfflechten zum kohlensauren Kalk, denn wo nur an diesem eine frische Fläche blossgelegt wird, ist sie auch schon in kurzer Zeit mit Flechten besäet. Und untersucht man die felsige Unterlage der Flechtenkrusten, so wird man sie stets angeätzt finden, auch wenn sie vorher noch so fest und frisch war. Ich habe in dieser Beziehung viele Untersuchungen angestellt, aber stets das eben Ausgesprochene bestätigt gefunden. Von dieser Thatsache ausgehend möchte man daher wohl an eine Art Anätzung des Gesteines durch Säuren-Ausscheidungen der Flechten glauben.

Aus allem eben Mitgetheilten ersehen wir also, dass wirklich die Flechten die Kalksteinfelsen zernagen können. Ist nun auch das Wirken des einzelnen Flechtenpflänzchens nur ein sehr langsames und nur auf die kleinsten Räume sich erstreckendes, so führt es doch eine grosse Wirkung herbei, einerseits durch die grosse Wucherkraft dieser Pflänzchen, in Folge deren sie in sehr kurzer Zeit die grössten Felswände überziehen, andererseits durch die gewaltige Lebensdauer und Lebenszähigkeit dieser winzigen Geschöpfe und endlich auch dadurch, dass sich an allen Punkten, wo diese Flechten nur erst ein Krümchen Erde geschaffen haben, Moose einstellen, welche durch ihre starke Feuchtigkeitsansaugung und leichte Verweslichkeit die Summen der felszerstörenden Potenzen sehr vermehren.

Es ist nun freilich nicht abzuläugnen, dass diese von aussen nach innen vorschreitende und durch Flechten hervorgerufene Felszerstörung eine äusserst langsame ist, aber sie findet doch statt; ja sie ist vielleicht der Hauptweg, auf welchem die Natur aus ödem Kalkgesteine fruchtbare Erdkrume schafft. Und was sind im Haushalte der Natur Jahrtausende?

Die in dem Obigen mitgetheilten Thatsachen zeigen wohl deutlich genug, dass die Flechten

1) den Einfluss der Wärmestrahlen auf Felsgestein modificiren können,

2) die Feuchtigkeit sammt deren Kohlensäure festhalten, so dass sie nachhaltig auf das angegriffene Gestein einwirken kann,

3) sowohl bei ihren Lebzeiten als auch nach ihrem Absterben Säuren und andere Stoffe abscheiden, welche zersetzend und umwandelnd auf Gesteine einwirken können.

§. 9. **Einfluss der lebenden Pflanzen überhaupt auf die Gesteins-Verwitterung.** Wie die Flechten, so wirken im Allgemeinen wohl alle Pflanzen. Am stärksten tritt indessen immer diese Einwirkung der Pflanze auf das Gestein bei allen denjenigen Gewächsen hervor, welche stark

wuchernd und gesellig wachsend in verhältnissmässig kurzer Zeit grosse Erdflächen mit ausgedehnten Wäldern, Rasen oder Filzen überziehen. Es ist indessen unter diesen selbst wieder eine Reihenfolge in der Weise zu bemerken, dass die einen stets den Anfang machen und die Gesteinsmasse für die Arbeiten der folgenden Gewächse vorbereiten. Auf diese Weise erscheinen namentlich die Flechten und Pilze stets als die Vorläufer aller anderen Gewächse. Jene scheinen von der Natur dazu bestimmt zu sein, das feste Mineral anzuätzen, während die Pilze die fauligen Organismen zerstören sollen. Haben beide ihr Amt vollbracht, dann vollenden auf dem schüttigen Gesteine nacheinander die Moose und Gräser, auf dem kohlig gewordenen Organismencadaver aber saftige Krautgewächse mit Alkaloiden-reichen Säften das begonnene Umwandlungsgeschäft.

Die Hauptwirksamkeit aller dieser Pflanzen aber wird hervorgerufen durch die im letzten der oben genannten drei Punkte erwähnten Stoffe, welche die Gewächse theils schon während ihres Lebens, theils erst nach ihrem Absterben aus ihrem Körper ausscheiden. Da dieser Einfluss von der grössten Wichtigkeit für die Zersetzung von Felsmassen und für die Erzeugung von neuen Mineralstoffen ist, so wollen wir denselben im Folgenden noch etwas näher beleuchten:

Es ist eine bekannte Thatsache, dass alle Pflanzen während des Tages neben Wasserdunst fortwährend Sauerstoff ausathmen; dagegen des Nachts (oder bei regneriger Witterung auch am Tage) Kohlensäure ausstossen.

Legt man ein blankes Stück Eisen — z. B. eine Pflugschaar oder ein Hufeisen, — auf frischen Rasen, so wird es in der kürzesten Zeit mit Rost bedeckt erscheinen. Dabei wird man zugleich bemerken, dass das Gras rings um dieses Eisen seine grüne Farbe verliert, bleich wird und allmählich abstirbt. Diese Erscheinung, welche von Gärtnern und Landwirthen gar oft schon beobachtet worden ist, lässt sich nur auf folgende Weise erklären. Das Gras stösst Feuchtigkeit und Sauerstoff aus, wodurch das Eisen in Eisenoxydulhydrat umgewandelt wird. Dieses Oxydul aber, welches eine grosse Gier hat, Säuren an sich zu ziehen, entzieht gleich bei seiner Entstehung dem Grase alle Kohlensäure, also seine Hauptnahrung, wodurch dieses letztere bleich wird und abstirbt. Gärtner haben auch schon an Weinstöcken und Schlinggewächsen, welche man an Drahtspalieren zog, beobachtet, dass die Blätter und Ranken dieser Gewächse da, wo sie mit dem Eisendrahte dieser Spaliere in längerer Berührung blieben, bleich und dürr wurden.

Die eben mitgetheilten Beispiele zeigen uns nicht nur, dass die Gewächse Feuchtigkeit, Sauerstoff und Kohlensäure ausathmen, sondern auch, wie diese drei Ausscheidungsstoffe auf Eisen einwirken können. Durch die mit ihnen freiwerdende und sie anziehende Feuchtigkeit sowohl, wie durch die atmosphärischen Niederschläge werden diese gasförmigen

Ausscheidungen mit der Erde und den Felsgesteinen in Berührung gebracht. Enthalten diese nun unter ihren chemischen Bestandtheilen Stoffe, welche zu diesen Gasen stärkere Anziehung haben, als zu den schon mit ihnen verbundenen Stoffen, so werden die vorhandenen Verbindungen zerrissen und dadurch zugleich die Gesteinsmassen selbst in andere umgewandelt. Auf diese Weise werden z. B. alle Eisenoxydul-haltigen Mineralien vom Sauerstoff, die Alkalien- und Kalkerde- oder Magnesia-haltigen von der Kohlensäure angegriffen und zersetzt. Enthält nun gar ein Mineral Eisenoxydul und mehrere Alkalien zugleich, so wird der von den Gewächsen ausgeschiedene Sauerstoff im Verband mit der Kohlensäure auf dieses Mineral einwirken und es um so stärker angreifen.

In allem diesen liegt schon ein Grund, warum Felsmassen, wenn sie erst mit Pflanzen bedeckt sind, viel stärker verwittert erscheinen, als nackte Felsen derselben Art.

Ausser Sauerstoff und Kohlensäure scheiden aber die lebenden Pflanzen, namentlich durch ihre Wurzeln, noch gar manche andere ätzende und saure Stoffe aus, welche ganz besonders auf ihre mineralische Unterlage zersetzend oder umwandelnd einwirken. So haben mir wiederholt angestellte Untersuchungen und Versuche gelehrt, dass krankhafte oder durch ungünstige Witterungsverhältnisse geschwächte oder durch das Nagen von Insecten und Würmern verletzte Wurzeln von Bäumen (z. B. von Eichen, Weiden, Birken und Erlen), Sträuchern (z. B. vorzüglich von Haide, Heidel- und Preisselbeere) und selbst von Krautgewächsen (z. B. sehr reichlich von Riedgräsern, Simsen und Wollgräsern) eine eigenthümliche Gerbsäure ausscheiden. Man stelle nur eine behutsam ausgerissene Haide- oder Riedgraspflanze in eine (selbst durch Wasser stark verdünnte) Eisenlösung; und man wird bald bemerken, wie sich die Lösung zuerst grünlich, bräunlich und dann dunkel graublau von sich bildendem gerbsaurem (?) Eisenoxydul färbt. Aber ich habe auch ganz dieselbe Erscheinung später an Eisenlösungen bemerkt, wenn ich kerngesunde junge Eichenpflänzchen in dieselben stellte. Mittelst dieser Säure wirken die Pflanzen nun wieder vorzugsweise auf den Eisengehalt ihrer mineralischen Unterlage ein und schaffen aus demselben — sicher in vielen Fällen — in Mooren und Sümpfen Eisenablagerungen.

Dass ferner die Flechten Oxal- und Weinsteinsäure ausscheiden und mit diesen Säuren scheinbar auf die Kalkerde und das Kali der von ihnen bedeckten Steinmassen einwirken, ist oben schon erwähnt worden. — Dass endlich auch von Pflanzenwurzeln ätzende, Ammoniak-ähnliche, (Alkaloid-) Stoffe ausgeschieden werden, ist z. B. vom Meerrettig vielfach versichert worden; ich habe selbst darüber noch keine Erfahrungen gemacht. Wäre dies aber wirklich der Fall, so würden die Pflanzen in dieser

Art von Ausscheidungen ein Mittel besitzen, durch welches sie den Salzen ihrer Unterlagen die Säuren entziehen könnten.

§. 10. **Einfluss der Pflanzenverwesungsstoffe auf die Mineralzersetzung.** Einen noch viel umfangreicheren Einfluss als die lebende Pflanze aber übt die abgestorbene, theils mit ihren schon vorhandenen Körpersubstanzen, theils mit den aus diesen letzteren bei der Verwesung oder Verkohlung freiwerdenden Stoffen auf die von ihnen berührten Steinmassen aus; ja man darf sagen, dass erst mit ihrem Tode die eigentliche steinumwandelnde Thätigkeit der Pflanze beginnt, indem sich bei der Zersetzung ihres Körpers unaufhörlich theils Säuren, welche den Salzen ihrer Unterlage die Basen, theils Basen, welche diesen Salzen ihre Säuren entziehen, so lange entwickeln, als nur noch in ihrer Substanz ein zersetzbarer Stoff vorhanden ist. Das Merkwürdigste bei diesen Pflanzenzersetzungsproducten ist aber, dass die aus ihrer gährenden Masse sich entwickelnden Zersetzungsstoffe je nach den auf sie einwirkenden Substanzen ihrer Umgebung sich in andere Stoffe oft von ganz verschiedenen und geradezu entgegengesetzten Eigenschaften umwandeln können; dass also demgemäss das aus ihrer Zersetzung freiwerdende Ammoniak durch das Vorhandensein starker Salzbasen sich in Salpetersäure umwandelt, während jede erst durch Einwirkung des Ammoniaks auf die gährende Pflanzenmasse sich entwickelnde Säure durch höhere Oxydation eine Reihe anderer Säuren bildet, von denen jede nächstfolgende wieder andere Eigenschaften besitzt, als ihre nächste Erzeugerin.

Man wird die Natur und den Wirkungskreis aller dieser eigenthümlichen, sich fort und fort verändernden Zersetzungsproducte, durch welche der abgestorbene Pflanzenkörper geradezu zu einem unerschöpflichen Laboratorium für alle möglichen Mineralumwandlungsmittel wird, nicht eher würdigen und verfolgen können, als bis man die Art der Pflanzenzersetzung selbst genau kennen gelernt hat. Es ist darum nothwendig, dass wir dieselbe im Folgenden etwas näher untersuchen. — Zuvor möge nur noch die Bemerkung erlaubt werden, dass die Zersetzungsproducte des Pflanzenkörpers verschieden sind, jenachdem der letztere sich unter fortwährendem Zutritte der atmosphärischen Luft oder unter Abschluss derselben umwandelt.

III. Die vegetabilischen Verwesungsproducte oder Humussubstanzen nach ihren Eigenschaften und Einwirkungen auf Mineralmassen.

§. 11. **Uebersicht der chemischen Hauptbestandtheile des Pflanzenkörpers.** Die organische Chemie lehrt uns, dass die Substanzen eines jeden Pflanzenkörpers je nach ihrer elementaren Zusammensetzung von zweierlei

Art sind. Die Einen bestehen aus Kohlenstoff (*C*), Wasserstoff (*H*) und Sauerstoff (*O*) oder auch wohl nur *C* und *H* im Verbande mit verschiedenen alkalinischen Salzen, so die Zellensubstanz (Pflanzen- oder Holzfaser, Cellulose), das Stärkemehl (Amylum), das Gummi und Dextrin, der Zucker und die fetten und flüchtigen Oele: alle diese sind also stickstofffreie Substanzen. Die Anderen dagegen sind zusammengesetzt aus Kohlen-, Wasser-, Sauer- und Stickstoff (*N*) und Schwefel (*S*) oder Phosphor (*P*) in Verbindung mit alkalinischen Salzen, so alle sogenannten Proteïnstoffe (das Eiweiss oder Albumin, der Käsestoff oder das Caseïn und der Kleber mit dem Fibrin und Pflanzenleim); sie alle sind also stickstoffhaltige Substanzen. Ihnen schliessen sich noch an die sogenannten Alkaloide (Aconitin, Atropin, Chinin, Coffeïn, Theïn, Colchicin, Daturin, Hyoscyamin u. s. w.), Stoffe, welche den Alkalien ähnliche Eigenschaften haben und ebenfalls aus *C*, *H*, *O*, *N* oder auch nur zus *N H* (ähnlich dem Ammoniak) bestehen.

Bemerkung. Es lassen sich diese beiden Arten der Pflanzensubstanzen schon leicht theils bei der Verbrennung, theils bei der Verwesung durch den Geruch, welchen sie verbreiten, erkennen und unterscheiden, indem die *CHO*-Stoffe auf glühenden Kohlen einen unbestimmten Geruch, etwa nach gebratenen Kartoffeln und beim Verwesen einen faderiechenden Dunst verbreiten, während die Stickstoffsubstanzen auf glühenden Kohlen nach verbrannten Knochen oder Federn riechen, beim Verwesen aber einen Geruch nach faulen Eiern oder Fischen verbreiten.

Jede dieser beiden Gruppen von Pflanzensubstanzen besitzt demnach zweierlei Bestandtheile: flüchtige, welche bei der Verbrennung oder Verwesung entweichen (*C*, *H*, *O*, *N*, *S* und *P*) und feste oder fixe, welche bei der Verbrennung oder Verwesung als Asche oder erdige Masse (bestehend aus Kieselerde und Salzen der Alkalien und alkalischen Erden) zurückbleiben und nur insofern eine Veränderung erleiden, als sie im Pflanzenkörper, so lange derselbe noch mit voller Lebenskraft versehen ist, zum grossen Theile organische Säuren enthalten, welche durch den Verbrennungs- oder Verwesungsprocess in Kohlensäure umgewandelt werden.

§. 12. **Gang der Verwesung im Allgemeinen.** Sobald nun das Leben im Pflanzenkörper verlöscht, schliessen sich zunächst seine Athmungsorgane, der Assimilationsprocess der von ihm zuletzt aufgenommenen wässerigen Nahrungssubstanzen hört auf und es beginnt in den Säften seiner Organe theils durch den — im letzten Assimilationsprocesse freigewordenen und nun nicht mehr entweichenden — Sauerstoff, theils durch die eben erst aufgenommene ammoniakalische Nahrung ein Säuerungs- und Gährungsprocess, in Folge dessen zuerst die ursprünglichen Pflanzenfarben und die organischen Säfte und Gewebe angeätzt und dem Zutritte der atmosphärischen Luft geöffnet werden, dann aber die flüchtigen Bestandtheile derselben — vor Allem der Wasserstoff — sich entweder mit dem

atmosphärischen Sauerstoff und Stickstoff oder auch unter sich zu neuen Substanzen verbinden, welche merkwürdig genug von allen Pflanzen, — mögen sie während ihres Lebens noch so verschiedenartig gestaltet sein und noch so verschiedenartige Säfte enthalten haben, — immer im Allgemeinen ein und dieselben sind.

Eine mehr oder minder starke Entwickelung von Kohlensäure, Wasser, Ammoniak, Schwefel- und Phosphorwasserstoff ist das erste Zeichen dieser begonnenen Zersetzung des Pflanzenkörpers — und die Bildung einer gelb- bis schwarzbraunen, im trockenen Zustande pulverigen, kohlenstoffreichen Erdmasse, welche man gewöhnlich **Humus** (oder Dammerde) nennt, — erscheint als das letzte Product der Umwandlung der früher in den schönsten Formen und Farben prangenden Pflanze. — Mit seiner Bildung tritt die Pflanze in das Reich der Anorganismen zurück; mit ihm übergiebt sie aber auch der Erdrinde einen Körper, welcher auf die mannichfachste Weise umwandelnd auf die mineralischen Massen der letzteren einwirkt und schon deshalb — und ganz abgesehen davon, dass er zugleich der Haupterzeuger aller Nahrungsstoffe für die künftigen Pflanzengeschlechter ist — unserer höchsten Beachtung werth ist.

§. 13. Im Allgemeinen bildet dieses vorherrschend aus *C*, *H*, *O* bestehende Zersetzungsproduct des Pflanzenkörpers ein gelb- bis schwarzbraunes, im trockenen Zustande pulveriges Aggregat, welches, ähnlich wie der Thon, vermöge seines starken Kohlengehaltes zwar im Wasser ganz unlöslich ist, aber trotzdem immer gierig alle Feuchtigkeit und alles, was in derselben aufgelöst ist, in sich aufsaugt, davon zuerst wie ein Schwamm aufquillt, dann aber zu einem breiartigen Schlamme zerfliesst, dessen Theile beim vollständigen Austrocknen sich so stark zusammenziehen, dass ihre Masse in lauter scharfkantige, glänzende Stückchen mit muscheligem Bruche zerfällt. Wirkt dagegen starker Frost auf dieses Aggregat ein, so lange es schlammig ist, so zerstäubt es beim späteren Aufthauen und Austrocknen zu einem Pulver, welches wohl noch Wasseransaugungskraft besitzt, aber sich in Folge des Frostes nicht mehr schlämmen lässt und sich überhaupt nur wie Kohle verhält. — Merkwürdig ist das Verhalten des pulverigen oder durch Wasser fein zertheilten Humus zu Thonschlamm. Kommt nämlich solch feinzertheilter Humus mit wässerigem Thonschlamme in innige Berührung, so saugen sich beide Körper gegenseitig so fest an einander an, dass auf jedes Thontheilchen irgend ein Quantum Humus kommt, wodurch ein schwarzes Gemisch entsteht, welches beim allmählichen Austrocknen eine feinkrümelige, stets feuchte, mürbe Bodenmasse darstellt, in welcher der Humus viele Jahre unverändert bleibt. Dies Gemisch ist der Hauptbestandtheil der sogenannten Dammerde. Zum Sauerstoffe der Atmosphäre hat es wohl grosse Verbindungsneigung, aber es kann dieselbe erst dann befriedigen, wenn es

durch irgend eine starke Salzbasis, namentlich durch Ammoniak, (Kali, Natron oder Kalkerde) dazu gekräftigt worden ist. Alsdann aber entzieht es denselben auch, wenn es ihn nicht aus der Atmosphäre erlangen kann, seiner ganzen nächsten Umgebung, so vor Allem den Schwermetalloxyden, welche es dadurch entweder in reine Metalle oder doch in niedere Oxyde reducirt, und den schwefelsauren Metalloxyden, welche dadurch in Schwefelmetalle umgewandelt werden. Durch diese nun fortdauernde Sauerstoffanziehung entwickeln sich in ihm nach einander eine ganze Reihe von Säuren, von denen jede nächstfolgende eine höhere Oxydationsform der vorhergehenden ist, und welche alle mit einander gemein haben, dass sie einerseits mit Ammoniak verbunden im Stande sind, alle übrigen Salzbasen des Bodens aufzulösen und mit sich zu in Wasser löslichen Doppel-, Tripel-, Quadrupel- und Quintipelsalzen zu verbinden, und andererseits zuletzt bei ihrer höchsten Oxydation sich in Kohlensäure umzuwandeln. Aber eben durch diese fortwährende Säuren-Entwickelung wird nun auch unter günstigen Verhältnissen der Humusmenge immer weniger, bis zuletzt von ihrer ganzen Masse nichts weiter übrig bleibt, als die Menge der Mineralsalze (Aschenbestandtheile), welche die Pflanze während ihres Lebens in sich aufgenommen hat, wenn anders dieselben nicht schon durch die aus der Humusmasse entstandenen Säuren weggeschafft worden sind.

§. 14. **Abänderungen im Verwesungsgang und dadurch hervorgebrachte verschiedene Zersetzungsproducte.** So sind im Allgemeinen die Eigenschaften und Veränderungen des sogenannten Humus. Im Besondern aber zeigt derselbe nun sowohl in seinen Eigenschaften wie in seinen Umwandlungen gar mancherlei Verschiedenheiten, theils nach den chemischen Bestandtheilen der ihn producirenden Pflanzenmassen, theils nach den auf ihn einwirkenden Umwandlungspotenzen, theils auch nach der Beschaffenheit der Oertlichkeit, in welcher er sich bildet, — wie die Tafel (S. 24), auf welcher die Zersetzungsweisen des abgestorbenen Pflanzenkörpers je nach den auf ihn einwirkenden Umwandlungspotenzen und den äusseren Verhältnissen, unter denen diese Potenzen wirken, übersichtlich neben einander gestellt sind, wohl zur Genüge zeigt —.

Zugleich aber ersieht man auch aus dieser Uebersicht (auf S. 24),

1) dass alle Pflanzenzersetzung dadurch eingeleitet wird, dass der mit Kohlenstoff und Sauerstoff der Pflanzensubstanzen verbundene Wasserstoff zuerst aus seiner Verbindung tritt und sich

in stickstofffreien Substanzen

bei vollem Luftzutritte mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft zu Wasser,

bei gehemmtem Luftzutritte aber theils mit Kohlenstoff zu Kohlenwasserstoff, theils mit dem Stickstoffe der eingeschlossenen Luft zu Ammoniak verbindet;

in stickstoffhaltigen Substanzen dagegen

bei vollem Luftzutritte theils mit dem Sauerstoffe der Luft zu Wasser, theils mit dem Stickstoffe der Substanz zu Ammoniak und mit dem vorhandenen Schwefel zu Schwefelwasserstoff;

bei gehemmtem Luftzutritte aber mit dem Stickstoffe der Substanz zu Ammoniak, mit dem Schwefel zu Schwefelwasserstoff und mit einem Theile Kohle zu Kohlenwasserstoff verbindet;

2) dass durch diese Wasserstoff-Entweichung die Pflanzensubstanz in eine kohlenstoffreiche Masse (Humussubstanz) umgewandelt wird, welche

bei vollem Luftzutritte als Humin;
bei geschwächtem Luftzutritte als Ulmin und
bei ganz abgeschlossener Luft als Geïn auftritt;

3) dass endlich alle Umwandlungen, welche nun weiter mit den ebengenannten drei Humussubstanzen vor sich gehen, durch das Ammoniak (oder durch die in der nächsten Umgebung der Verwesungsmasse vorhandenen Alkalien) eingeleitet; dass namentlich durch dasselbe aus diesen verschiedenen Substanzen Säuren gebildet werden, welche nun wieder mannichfach umwandelnd auf die Mineralbestandtheile des Bodens und seiner felsigen Unterlage einwirken.

§. 15. **Nähere Betrachtung der allgemeinen Verwesungsproducte.** Wegen dieses Einflusses der Verwesungssäuren ist es nun nothwendig, dass wir die Pflanzenzersetzungsstoffe (Humusbestandtheile) je nach ihren Eigenschaften und ihrer Entwickelungsfolge etwas näher ins Auge fassen:

I. Humusbestandtheile, welche im Wasser, Alkohol und in kohlensauren Alkalien unlöslich sind und im ersten Stadium der Verwesung entstehen (Humuskohlen).

1) Das **Ulmin** ($C^{40}\ H^{16}\ O^{14}$), kohliger Humus, welcher vom Wasserstoff 2 Theile mehr besitzt, als zur Wasserbildung gehören und sich aus stickstofffreien Substanzen in hohlen Bäumen (daher auch Holzerde genannt), im Untergrunde bindiger Bodenarten aus Wurzelresten und auch in Torfmooren — kurz an allen Orten, zu welchen der atmosphärische Sauerstoff nur spärlich gelangen kann, bildet, ist eine gelbbraune, krümelige Substanz, welche sich im Wasser nicht schlämmen lässt, und an feuchter Luft durch Anziehung von 2 Theilen Sauerstoff in die folgende Substanz umwandelt. — Durch Ammoniak und andere Aetzalkalien entwickelt es sehr bald Ulminsäure aus sich heraus. Von dem eigentlichen Ulmin verschieden durch einen grösseren Gehalt von Kohlenstoff ist — nach meinen bisherigen Erfahrungen — das Geïn oder der schwarze Schlamm, welcher sich aus abgestorbenen Pflanzenmassen auf dem Grunde stehender Gewässer entwickelt und unter dem Namen

Die abgestorbene Pflanzen

bei vollem Luftzutritte

an sehr trockenen Orten:

1) Die ganz saftlose oder von Harzen durchzogene Pflanzensubstanz bräunt sich unter Entwickelung von etwas Wasser und Kohlensäure und wird dann hart, ohne sich weiter zu verändern; oder zerfällt zu braunem Pulver, welches sich weder im Wasser noch in Ammoniak löst, aber bei längerer Anfeuchtung noch etwas in dem letztgenannten Alkali löslich werden kann (Tauber, staubiger oder harziger Humus).

2) Ist dagegen die Pflanze sehr saftig, so bildet:

die stickstofffreie Substanz unter Wasser- und Kohlensäure-Entwickelung eine braune, beim Austrocknen zu Pulver zerfallende Masse, welche sich nicht weiter zersetzt, wenn die Substanz keine freien Säuren (z. B. keine Gerbsäure) enthält; dagegen beim Besitz dieser letzteren unter Anziehung von Sauerstoff aus sich eine Säure (Ulminsäure) entwickelt, welche für sich allein in Wasser unlöslich ist, aber mit Alkalien (Ammoniak) in Wasser lösliche, gelbbraune Salze bildet.

die stickstoffhaltige Substanz unter Entbindung von Wasser, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff-Ammoniak eine schwarzbraune Erde, welche, angetrieben durch das sich entwickelnde Ammoniak, ebenfalls zuerst Ulminsäure erzeugt, die sich aber in ihrem Verbande mit dem Ammoniak sehr bald nach einander in Humin-, Quell- und Kohlensäure umwandelt. Hört aber die Ammoniak-Entwickelung auf, dann verhält sich die noch übrige Erde wie die vorige.

Beide auf die eben angegebenen Weisen entstehenden Zersetzungsproducte aber lassen zuletzt eine staubige Humusmasse übrig, welche sich nur dann weiter zersetzt, wenn sie mit Alkalien und steter Feuchtigkeit in Berührung kommt.

an mässig feuchten Orten:

1) Die stickstofffreie Pflanzensubstanz zerfällt allmählich unter steter Entwickelung von Wasser u. Kohlensäure in eine schwarzbraune Erde (Humin), aus welcher sich, wenn sie organische Säuren enthält oder mit kohlensauren Alkalien und alkalischen Erden im Boden in Berührung kommt, fortwährend eine Säure (Huminsäure) entwickelt, die sich mit Alkalien zu in Wasser löslichen, mit alkalischen Erden aber zu unlöslichen, dunkelbraunen Salzen verbindet. Die von dieser Säure gebildeten Salze verwandeln sich an der Luft sehr bald in kohlensaure Salze.

2) Die stickstoffhaltige Pflanzensubstanz dagegen zersetzt sich sehr rasch. Unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff (oder Phosphorsäure) entsteht Ammoniak, welches nun die noch übrige stickstofffreie Verwesungsmasse antreibt, fortwährend Sauerstoff anzuziehen und sich so rasch nach einander in Ulmin-, Humin- und Quellsatzsäure zu verwandeln, mit welcher sich nun das Ammoniak zu quellsatzsaurem Ammoniak verbindet. Kommt dieses im Wasser leicht lösliche Salz in den tieferen Lagen des Bodens mit Salzen der Alkalien, alkalischen Erden, des Eisen- oder Manganoxyduls in Berührung, so verbindet es sich mit den basischen Oxyden dieser Salze zu in Wasser löslichen Salzen, welche sich später unter noch mehr Aufnahme von Sauerstoff — wie die vorigen — in z. Th. unlösliche kohlensaure Salze umwandeln. — In den oberen, von der Luft durchzogenen Lagen des Bodens dagegen zersetzt sich das humin- und quellsatzsaure Ammoniak, sobald es mit kohlensauren Alkalien oder alkalischen Erden (z. B. Kalk) in Berührung kommt, sehr rasch in Kohlensäure und Salpetersäure, welche sich mit den ebengenannten Salzbasen (z. B. Kali oder Kalk) zu Salpeter verbindet. — Nebenbei entstehen aber auch aus der Einwirkung des sich fortwährend entwickelnden Schwefelwasserstoffs auf die Oxyde der Bodensalze Schwefelmetalle, und durch die aus den Stickstoffsubstanzen sich entbindende Phosphorsäure phosphorsaure Salze.

ıstanz zersetzt sich :

bei gehemmtem oder abgeschlossenem Luftzutritte:

Ist der Luftzutritt nicht vollständig ab-
ıchlossen, wie dies in hohlen Bäumen oder äus-
'lich dicht verrasten oder in streng-thonigen
kerkrumen der Fall ist, dann wird die Pflan-
ısubstanz:

sehr trockenen
ten hart, mumien-
ig, gelblich oder
aun und widersteht,
mentlich wenn sie
rze enthält, der
iteren Zersetzung.
ckstoffhaltige Sub-
ınzen entwickeln nur
fangs etwas urinös-
echendes Ammo-
ak.

an feuchten Orten
aber — z. B. im Unter-
grunde lehmiger Boden-
arten oder in abgestor-
benen Wurzelstöcken von
Holzgewächsen stets zu-
erst unter Entwickelung
von etwas Wasser und
Kohlensäure je nach
ihrem Stickstoffgehalte
bald Ulmin, bald Humin
bilden.

1) Ist die sich zer-
tzende Substanz stick-
offfrei, so bildet sich
erst Ulmin und dann
rbindet sich der hier-
i freiwerdende Was-
rstoff im Augen-
icke seines Frei-
erdens mit dem
ickstoffe der im
ıden eingeschlos-
nen Luft zu Am-
oniak, welches nun
bst wieder das Ulmin
treibt, den in der ein-
schlossenen Luft des
dens enthaltenen Sau-
stoff an sich zu ziehen
d sich so nach einan-
r in Ulmin-, Geïn-,
ıellsatz- und Quellsäure
ızuwandeln, mit denen
h das Ammoniak ver-
ıdet. Sind aber
ıhlensaure Salze
r Alkalien oder
kalischen Erden
reichlicher Menge
ı Boden vorhan-
ın, dann treiben
ese das Ammoniak
ieder an, durch
auerstoffanzie-
ıng sich in Salpe-
rsäure zu verwan-
eln, mit der sich dann
e obengenannten alka-
chen Oxyde zu leicht
lichen Salzen verbin-
n.

2) Ist dagegen diese
Substanz stickstoff-
haltig, dann geht
dieser unter 1) ange-
gebene Process viel
rascher vor sich. Unter
starker Entwickelung
von Schwefelwasser-
stoff (und Phosphor-
säure) entsteht sehr
viel Ammoniak aus
der Verbindung des
Wasserstoffes theils
mit dem Stickstoffe
der Substanz, theils
mit dem Stickstoffe
der im Boden einge-
schlossenen Luft, wo-
durch die Verwesungs-
masse gleich zu Humin
wird und alle die un-
ter 1) genannten Säu-
ren- und Salzbildun-
gen in grösserer Menge
erzeugt werden, nur
mit dem Unterschiede,
dass in der Regel ne-
ben den Salpeterbil-
dungen auch noch
quellsatzsaures Am-
moniak in Verbindung
mit quellsatzsaurem
Kali, Natron, Kalk
u. s. w. im Wasser
des Bodens gelöst vor-
kommen.

Ist aber der Luftzutritt vollständig ab-
geschlossen, wie dies im Untergrunde nasser,
streng thoniger Bodenarten oder auf dem
Grunde stehender, namentlich schlammiger,
Gewässer (— z. B. der Moore —) der Fall ist,
dann entwickelt sich anfangs auch etwas Koh-
lensäure; bald aber hört die Entwickelung
dieser Säure auf, und es beginnt eine starke
Bildung von Kohlenwasserstoff und
bei stickstoffhaltigen Substanzen auch von
Schwefelwasserstoff und Phosphorwasserstoff.
Dabei wird die Pflanzensubstanz unter Ent-
bindung von Wärme in einen kohlenreichen
Schlamm (Geïn und Torfsubstanz) umgewan-
delt.

1) War nun die
Pflanze stickstoff-
frei, so verändert
sich die eben gebildete
Geïnmasse nicht wei-
ter. Enthielt sie aber
Pflanzenschleim (Pe-
ctin), so verändert sie
sich noch in Humin,
weil dieser Schleim
soviel Sauerstoff ent-
hält, als die Pflanzen-
faser zur Bildung von
Humin braucht.

2) Enthielt aber die
Pflanze Stickstoff,
so verbindet sich die-
ser mit einem Theile
des freiwerdenden
Wasserstoffes zu Am-
moniak. Und dieses
treibt nun die Geïn-
masse an, durch Zer-
setzung von Wasser
aus sich Geïn-, Quell-
satz- und Quellsäure
zu bilden, während
der hierdurch frei-
werdende Wasserstoff
des Wassers sich wie-
der mit Kohlentheil-
chen der Verwesungsmasse zu Kohlenwasser-
stoff verbindet. Auf diese Weise würde sich
nun fortwährend quellsaures Ammoniak und
Kohlenwasserstoff erzeugen, wenn nicht die
Torfsubstanz den Kohlen- und Schwefelwas-
serstoff gierig in sich aufsöge und theilweise
zu Bitumen (Erdharz) in sich verdichtete. In-
dem sie aber dies letzte so lange thut, bis sich
ihre kohlige Masse ganz damit gesättigt und
umhüllt hat, hört zuletzt ihr Vermögen, Sauer-
stoff an sich zu ziehen, ganz auf und sie bil-
det nun eine sich nicht weiter ver-
ändernde, von Erdharz durchzogene
Kohlenmasse, welche man Torf- oder
Pechkohle nennt. (Vgl. das Weitere hier-
über in Capitel III.)

Teichschlamm allbekannt ist. Er ist reich an Kohlenwasserstoff, welcher sich unaufhörlich in seiner Masse entwickelt und dann beim Umrühren derselben in grossen Luftblasen entweicht und meist auch an Schwefel- oder Phosphorwasserstoff, welcher ebenfalls beim Umrühren seiner Masse frei wird. Ausserdem entwickelt sich auch in ihm — nach meiner Ansicht aus der Verdichtung seines Kohlenwasserstoffgehaltes — Bitumen, weshalb er beim Verbrennen einen nach Erdharz riechenden Dampf ausstösst. — Beim allmählichen Austrocknen bildet er eine feste Masse, welche sich allmählich blättert; beim Austrocknen an der Luft aber zerfällt er in ein zartes Pulver, welches bald die Eigenschaften des Humin annimmt. Gewöhnlich ist er mehr oder weniger mit Thon- oder Mergelschlamm gemischt, enthält in der Regel auch zahlreiche thierische Verwesungsproducte und ist dann bei Zutritt von Luft eins der besten Nahrungsmagazine für Pflanzen. Unter dem Mikroskope zeigt er im ganz frischen Zustande eine sehr grosse Menge von Infusorien, so dass man ihn, wenigstens in sehr vielen Fällen, für ein Gemisch von vegetabilischem und animalischem Humus halten muss.

2) Das **Humin** ($C^{40} H^{15} O^{15}$), kohliger Humus, welcher gerade soviel Wasserstoff enthält, als zur Wasserbildung nöthig ist. Er entsteht aus allen bei vollem Luftzutritte sich zersetzenden Pflanzenstoffen, ganz besonders aber aus den stickstoffhaltigen, mögen diese nun bei vollem oder gehemmtem Luftzutritte verwesen. Das aus dem Stickstoffe der verwesenden Pflanzensubstanz sich bildende Ammoniak nämlich treibt gleich von vornherein die abgestorbene Pflanzenmasse zu stärkerer Sauerstoffanziehung an und verwandelt sie hierdurch gleich anfangs in Humin. Es bildet ein schwarzbraunes Pulver, welches sich wie das vorige im Wasser nicht schlämmen lässt, aber in kohlensauren Alkalien allmählich in Ulminsäure umwandelt. Aetzalkalien wandeln es sehr bald in Huminsäure um.

II. Humusbestandtheile, welche sich in kohlensauren Alkalien stets, im Wasser aber nicht immer lösen, in Alkohol unlöslich sind, sich gegen Basen wie Säuren verhalten und durch den Einfluss von Ammoniak oder anderen Alkalien aus dem Ulmin und Humin entwickeln (Humussäuren).

3) Die **Ulminsäure** ($C^{40} H^{14} O^{12}$) besitzt 2 Theile Wasserstoff mehr als zur Bildung von Wasser nothwendig ist und bildet sich sowohl aus dem Ulmin wie aus dem Humin, wenn diese beiden Humussubstanzen aus stickstofffreien Pflanzenstoffen entstanden sind und gährende Säuren (Gerbsäure, Oxalsäure und selbst Kohlensäure) auf sie einwirken. Sie findet sich am meisten im Untergrunde sehr thonreicher, nasser und sich gegen den Luftzutritt mehr oder minder verschliessender Bodenarten und überhaupt an Orten, an denen nur ein schwacher Luft-

wechsel stattfindet. Wirkt Ammoniak oder sonst ein reines Alkali auf sie ein, so wandelt sie sich in die folgende Säure um.

Dasselbe geschieht auch, wenn sie dauernd mit der atmosphärischen Luft in Berührung gebracht wird.

Unter ihren gelbbraunen Salzen sind nur die der eigentlichen Alkalien (Ammoniak, Kali und Natron) im Wasser löslich, dagegen erscheinen die ulminsauren alkalischen Erden (Kalkerde, Magnesia u. s. w.) so lange unlöslich, als sie nicht mit ulminsaurem Ammoniak, mit welchem sie im Wasser lösliche Doppelsalze bilden, in Berührung kommen.

4) Die **Huminsäure** (C^{40} H^{12} O^{12}) besitzt gerade so viel Wasserstoff als zur Bildung von Wasser nöthig ist, besteht also aus Kohlenstoff und den Bestandtheilen des Wassers und bildet sich entweder aus der Ulminsäure, sobald dieselbe noch 2 Theile Sauerstoff anzieht, oder aus dem Ulmin, wenn Ammoniak (oder sonst ein Aetzalkali) von vorn herein auf dasselbe einwirkt, oder gleich aus dem Humin, wenn es aus stickstoffhaltigen Substanzen entstanden ist, und keine Säuren auf dasselbe einwirken. Ihr Hauptbildungsmaterial bleibt aber stets die stickstoffhaltige, unter vollem Luftzutritte sich zersetzende, Pflanzensubstanz. Für sich allein im Wasser unlöslich bildet sie doch mit den eigentlichen Alkalien im Wasser lösliche, dunkelbraune Salze, welche sich bei vollem Luftzutritte rasch in die Salze der folgenden Säuren und zuletzt in kohlensaure umwandeln; mit den alkalischen Erden und dem Eisen- und Manganoxydul aber, wie die Ulminsäure unlösliche Salze, welche sich indessen mit dem huminsauren Ammoniak zu im Wasser löslichen Doppelsalzen verbinden. Auch durch Lösungen kohlensaurer Alkalien kann sie löslich gemacht werden. — Ist sie mit Ammoniak verbunden, dann wird sie durch das Letztere angetrieben, noch mehr Sauerstoff anzuziehen, wodurch sie sehr bald in die folgende Säure übergeht.

5) Die **Geïnsäure** (Acker- oder Torfsäure, C^{40} H^{12} O^{14}) besitzt mehr Sauerstoff als zur Wasserbildung nöthig ist und entsteht aus der Huminsäure, wenn dieselbe angeregt durch alkalische Basen (Ammoniak) noch 2 Theile Sauerstoff an sich zieht. Ihre Hauptbildungsorte aber sind Sumpf- und Moorungen oder die tieferen Schichten thonreicher, oft von Wasser überflutheter, Bodenarten. Diese eigenthümliche Humussäure entwickelt sich vorzüglich aus allen Gerbsäure-haltigen Gewächsen, wenn sich dieselben an nassen Orten zersetzen. Die Gerbsäure dieser Gewächse wird allmählich vom Wasser ausgelaugt und an der Oberfläche desselben mit der Luft in Berührung kommend durch Anziehung von Sauerstoff in Kohlensäure und Gallussäure umgewandelt, welche nun selbst wieder sich sehr rasch (— namentlich wenn Ammoniak auf sie einwirkt —) höher zu Brenzgallussäure und Brenzsäure oxy-

dirt, aus welcher dann Geïnsäure hervorgeht. — Sie kann sich aber auch in Wasserdümpfeln aus ulmin- und huminsaurem Ammoniak entwickeln, wenn dasselbe im Wasser gelöst an der Oberfläche des letzteren mit der Luft in Berührung kommt.

Sowohl die Brenzsäure wie die Geïnsäure lösen sich im Wasser und färben dasselbe grünlich-, sepien- oder kaffeebraun. Aber sie unterscheiden sich in ihrem Verhalten zum Eisenoxydul, mit dem die erstere im Wasser lösliche, die letztere dagegen unlösliche Salze bildet. Im Uebrigen verhält sich die Geïnsäure gegen Salzbasen wie die Huminsäure. Vom Sauerstoffe der Luft wird sie, namentlich wenn sie mit alkalischen Basen verbunden ist, rasch in Quell- oder Quellsatzsäure umgewandelt.

6) Die **Quellsäure** ($C^{24} H^{24} O^{16}$) und die **Quellsatzsäure** ($C^{48} H^{24} O^{24}$) sind die Oxydationsproducte der Humin- und Geïnsäure und kommen nie frei im Boden oder im Wasser, sondern stets mit Basen, vorzüglich mit Ammoniak, verbunden vor.

Hat sich in einer Oertlichkeit erst humin- oder geïnsaures Ammoniak gebildet, so entsteht aus demselben leicht bei vollem Zutritt von Luft — z. B. in den oberen Schichten eines Bodens oder an der Oberfläche von Wasser — durch Anziehung von Sauerstoff quellsaures Ammoniak. In dem, mehr gegen die Luft verschlossenen, Inneren eines Bodens aber bildet sich namentlich zur Sommerzeit aus jenem humin- oder geïnsaurem Salze fortwährend quellsatzsaures Ammoniak, wenn in dem Boden kohlensaure Alkalien oder alkalische Erden vorhanden sind. Indem nämlich die Basen dieser Salze eine grosse Neigung zur Salpeterbildung haben, treiben sie das Ammoniak in den humin- und geïnsauren Salzen an, sich mit dem im Boden befindlichen Sauerstoffe zu Wasser und Salpetersäure umzuwandeln, mit welcher sich die alkalinischen Basen zu Salpeter verbinden. Sind nun weit mehr dieser Basen in einem Boden, als stickstoffhaltige Zersetzungssubstanzen, so wird nicht nur die eben erst entstandene Salpetersäure, sondern auch die schon vorhandene Humin- oder Geïnsäure von diesen Basen zur Darstellung einerseits von salpetersauren und andrerseits von huminsauren Alkalien verbraucht; sind dagegen in einem Boden weit mehr Stickstoffsubstanzen vorhanden, als Alkalien oder alkalische Erden, so wird die aus dem Ammoniak gebildete Salpetersäure nur zum Theil von diesen Basen verbraucht, während der noch übrige Theil dieser Säure durch seinen starken Sauerstoffgehalt oxydirend auf die Humin- und Geïnsäure einwirkt und sie in Quellsatzsäure, ja theilweise sogar schon in Kohlensäure umwandelt. Indem aber bei diesem Processe einerseits aus der sich zersetzenden Salpetersäure Stickstoff und andrerseits aus der Oxyda-

tion der Humussäure Wasserstoff frei wird, entsteht zugleich aus der Verbindung dieser beiden freigewordenen Elemente von neuem Ammoniak, welches sich nun wieder mit der Quellsatzsäure verbindet.

Aus allem diesem folgt nun, dass sich das quellsatzsaure Ammoniak vorherrschend nur an solchen Oertlichkeiten bilden und zeigen wird, welche arm an alkalischen Basen und reich an stickstoffhaltigen Verwesungssubstanzen sind.

Nach Mulder (Physiol. Chemie 1. Bd. S. 177) bildet sich indessen auch in Kohlen quellsatzsaures Ammoniak, wenn dieselben an feuchter Luft liegen. »In diesem Falle wird in der feuchten Kohle aus der atmosphärischen Luft erst Ammoniak und vermöge dessen Bestreben, sich zu oxydiren, Wasser- und Salpetersäure erzeugt, durch welche letztere die Kohle in Quellsatzsäure und Ammoniak und endlich die Quellsatzsäure durch fortschreitende Nitrification in Quellsäure verwandelt wird.«

Man kann diesen Process sehr leicht darstellen, wenn man Salpetersäure auf irgend eine organische Substanz einwirken lässt. Huminsäure z. B. oder auch Holzkohle entwickelt mit Salpetersäure begossen und gelinde erwärmt unter Entbindung von Stickoxydgas quellsatzsaures Ammoniak.

Sowohl die Quellsatz- wie die Quellsäure sind mehr oder weniger mit gelber Farbe im Wasser löslich. Die erstere dieser beiden Säuren bildet mit den Alkalien und alkalischen Erden im Wasser leicht lösliche, mit den Schwermetalloxyden aber im Wasser nur wenig oder auch gar nicht lösliche Salze. Kommen aber die unlöslichen quellsatzsauren Salze mit quellsatzsaurem Ammoniak in Berührung, so werden sie von demselben gelöst und mit ihm zu Doppel-, Tripel-, Quadrupelsalzen verbunden. Die Quellsatzsäure besitzt nämlich das Vermögen, sich nacheinander mit 2, 3, 4 und 5 Basen zugleich zu verbinden. Man nennt sie deshalb eine 5basische Säure. Hat sich daher in einer Oertlichkeit erst quellsatzsaures Ammoniak gebildet, so kann dieses Salz von den an dieser Oertlichkeit noch vorkommenden Basen noch 4 andere mit sich verbinden, ja es vermag dieses Salz selbst den Silicaten ihre Basen zu entziehen. Auf diese Weise kann das quellsatzsaure Ammoniak aus einem Dolomite zugleich die Kalkerde und Magnesia mit sich zu

quellsatzsaurem Ammoniak-Kalk-Magnesiasalz,

aus einem Kali-, Natron-, Eisenoxydul-haltigen Silicate das Kali, Natron und Eisenoxydul mit sich zu

quellsatzsaurem Ammoniak-, Kali-, Natron-, Eisenoxydulsalz

verbinden. So lange nun die Quellsatzsäure sich nicht zu Kohlensäure oxydirt, bleiben diese Basen mit einander in der wässerigen Lösung verbunden; sobald aber aus dieser Säure Kohlensäure entsteht, scheiden sich diejenigen der Basen aus der Lösung aus, deren kohlensaure

Salze im Wasser unlöslich sind. Die Quellsäure ist in ihren Eigenschaften der Quellsatzsäure ähnlich und unterscheidet sich hauptsächlich dadurch von ihr, dass sie auch mit den Schwermetalloxyden im Wasser lösliche Salze bildet und dass sie eine 4basische Säure ist, d. h. sich zu gleicher Zeit mit 4 Basen verbinden kann. Ihre Salze, welche sämmtlich gold- oder weingelb gefärbt sind, finden sich sehr häufig im Bodenwasser thoniger und lehmiger Aecker, aber auch im Wasser der Quellen gelöst und wandeln sich schnell bei ihrer Berührung mit der Luft in kohlensaure Salze um.

7) Die **Kohlensäure** ist also das höchste und letzte Umwandlungsproduct der aus dem Humus sich entwickelnden Säuren. Sie wirkt, wie oben schon angedeutet worden ist, auf doppelte Weise auf Mineralien ein. Im Wasser aufgelöst vermag sie nicht blos alle starken Salzbasen, (Metalloxyde, welche aus 1 Theil Metall und 1 Theil Sauerstoff bestehen) aus vielen ihrer Verbindungen, so namentlich aus ihren kieselsauren, herauszuziehen, sondern auch Mineralstoffe, die an sich in reinem Wasser unlöslich sind, so namentlich die gallertige Kieselsäure, die phosphorsauren Salze der alkalischen Erden und die einfach kohlensauren Salze der alkalischen Erden und Schwermetalloxyde, aufzulösen. Und gerade hierdurch wird sie zu einem der wichtigsten Mittel, deren sich die Natur bedient, einerseits um an sich unlösliche Stoffe, — wie z. B. den einfach kohlensauren Kalk — in lösliche Pflanzennahrung umzuwandeln, und andererseits den Stoffwechsel im Mineralreiche zu befördern.

§. 16. **Beschreibung besonderer Verwesungsproducte.** Das sind die Säuren, welche sich vorzüglich aus der, vorherrschend durch das Ammoniak angeregten, fortwährenden Oxydirung der Humusmasse entwickeln. Man wird nach dem Obigen zugeben müssen, dass durch sie, namentlich aber durch die Quellsatz- und Quellsäure, in ihrem Verbande mit dem Ammoniak eine grosse Menge von Veränderungen in den mit ihnen in Berührung kommenden Mineralien hervorgerufen werden. Denn nicht genug, dass ihre Verbindungen mit dem Ammoniak alle starken Salzbasen aus ihren Verbindungen mit anderen Säuren herausziehen und zuerst in im Wasser lösliche quellsaure, dann in kohlensaure Salze umwandeln können, bildet ja auch dieses Ammoniak selbst, sobald es mit kohlensauren Alkalien und alkalischen Erden in Berührung kommt, Salpetersäure, durch welche nun selbst wieder eine grosse Reihe von Veränderungen an den Mineralen hervorgerufen werden. Die grosse Reihe von salpetersauren Salzen, welche eine mit stickstoffhaltigen Düngstoffen wohl versorgte Erdkrume aus ihren mineralischen Gemengtheilen erzeugt und dem Bodenwasser zum Transport in die Spalten und Klüfte der unter ihr liegenden Felsrinde übergiebt, entsteht auf die eben angegebene Weise.

Bemerkung. Welch' grosse Menge Salpeter sich in einer solchen, reichlich mit Verwesungsstoffen versorgten Erdkrume entwickelt, zeigt unter andern folgendes Beispiel. Zwei Meilen nördlich von Eisenach liegt bei dem Dorfe Kraula ein thonig-kalkiger Acker, welcher viele Jahre hindurch als Viehtrift benutzt worden war, endlich aber im Jahre 1840 in Ackerland umgewandelt wurde. Kurz nach seiner Umackerung zeigte er sich an einem schönen Sommertage nach einem in der Nacht vorher stattgefundenen Gewitter so ganz und gar mit einer weissen, flockigen Kalksalpeterrinde überzogen, dass er wie überzuckert aussah und man meinte, »es müsse ein ganzes Salpeterlager in seinem Untergrunde verborgen stecken«.

Ausser diesen sogenannten Humussäuren producirt aber jede stickstoffhaltige Pflanzenmasse bei ihrer Zersetzung auch noch Schwefelwasserstoff, welcher im Wasser gelöst und den Spalten der Erdrinde zugeführt die daselbst vorhandenen Schwermetallsalze in Schwefelmetalle umwandelt, ferner Phosphorwasserstoff, welcher nach von mir vielfach angestellten Versuchen Blei, Kupfer, Quecksilber, Silber und Gold desoxydirt und selbst aus ihren verdünntesten Lösungen entweder als reine Metalle oder als Phosphormetalle ausscheidet, endlich auch Phosphorsäure, welche nun ihrerseits wieder namentlich die kohlensauren Minerale der Erdrinde in unlösliche phosphorsaure Salze und selbst das dem Sande und Lehme des Bodens beigemengte Oxydhydrat noch in phosphorsaures Eisenoxydhydrat umwandelt. — Endlich ist aber auch nicht ausser Acht zu lassen, dass die in der Humusmasse fein zertheilte Kohle selbst eine grosse Begierde besitzt, fortwährend Sauerstoff an sich zu ziehen und in Folge dessen denselben, wenn sie ihn nicht aus der Atmosphäre erlangen kann, selbst den Schwermetalloxyden ihrer Umgebung entzieht und dieselben dadurch entweder in reine Metalle oder doch in niedere Oxyde umwandelt, welche sich nun weiter mit der aus der Kohle entstandenen Kohlensäure zu kohlensauren Salzen verbinden.

§. 17. **Störung der Humification.** Alle die genannten Stoffe wird nun eine Humusmasse so lange aus sich entwickeln, als sie selbst noch umwandelbare Substanz besitzt und nicht durch bituminöse oder erdharzige Stoffe so umhüllt wird, dass von aussen her keine Umwandlungspotenz mehr zu ihr gelangen kann. Ist dies letztere freilich der Fall, was namentlich bei allen Pflanzenmassen, welche unter dem Drucke einer über ihnen stehenden Wassersäule oder Erdschlammmasse zersetzt werden, ganz besonders bei den von Natur wachs- oder harzhaltigen, eintreten kann, dann hört die weitere Umwandlung einer Humusmasse und mit ihr die Entwickelung aller der oben genannten Säuren auf, und die Humusmasse selbst wird zur Torf- oder Pechkohle, welche nun als selbstständiges Erdrindebildungsmittel auftritt und das Material der allbekannten Torfablagerungen bildet. (Siehe Cap. III. Die Torfgebilde.)

Zusatz: Wachs- und harzhaltige Pflanzensubstanzen können sich indessen auch an der Luft liegend in eine Art Humuskohle, welche sich nicht weiter zersetzt und deshalb von den Praktikern tauber oder kohliger Humus, auch wohl Harzhumus genannt wird, umwandeln. Soweit meine Erfahrungen reichen, kommt dies hauptsächlich bei solchen Harzgewächsen vor, welche viel Gerbstoff enthalten. Höchst wahrscheinlich ist nun auch dieser letztgenannte Stoff das Verhinderungsmittel der weiteren Zersetzung des Harzhumus, indem er, wie ich bei der Torfbildung noch weiter zeigen werde, allen Sauerstoff der Umgebung an sich zieht, um sich in Brenzgallus- und Brenzsäure zu verwandeln, und dadurch eben diesen Umwandlungsstoff von der übrigen Verwesungsmasse abhält. — Wenigstens ist es eine längst bekannte Erfahrung scharf beobachtender Gärtner, dass einerseits in Haufen aufgespeicherter Haide-Humus nur dann zum Düngen zu gebrauchen ist, wenn seine Haufen öfters umgewendet, also der Luft gehörig geöffnet werden, und andererseits diese Humussorte in Blumentöpfen nach einiger Zeit keine Nahrung mehr spendet, also «taub» geworden ist.

§. 18. **Rückblick auf die Arten des Humus und deren Wirkungsweise.** Soviel über die Natur und Wirkungsweise der vegetabilischen Zesetzungsstoffe. Das Mitgetheilte reicht schon aus, um zu zeigen, wie dieselben

1) durch ihre Zersetzungssäuren: Ulmin, Humin-, Geïn-, Quellsatz-, Quell- und Kohlensäure, dann durch die aus dem Ammoniak sich entwickelnde Salpetersäure; endlich durch den aus ihren Proteïnstoffen entstehenden Schwefel- und Phosphorwasserstoff, so wie auch durch die Phosphorsäure auf die basischen Oxyde ihrer mineralischen Umgebung;

2) durch ihre Zersetzungsbasen, vorherrschend durch das Ammoniak zunächst auf die Humussäuren und dann auf die Salzbildungen in ihrer mineralischen Umgebung einwirken.

Man wird aber aus dem Mitgetheilten auch zur Genüge ersehen, dass an allen Orten der Erdrinde, welche dem Zutritte dieser Pflanzenzersetzungsproducte geöffnet sind, unaufhörlich Veränderungen in dem Mineralbestande der einzelnen Erdrindemassen vor sich gehen müssen, — dass mithin die Pflanze durch ihre Ausscheidungs- und Zersetzungsproducte einen unberechenbar grossen chemischen Einfluss auf die Mineralbestandtheile der Erdrinde ausübt.

§. 19. **Verwesen alle Pflanzen gleich schnell?** Am Schlusse unserer Betrachtung der vegetabilischen Verwesungsproducte treten uns noch zwei Fragen zur Beantwortung entgegen, nämlich:

1) Werden unter sonst gleichen Verhältnissen alle Pflanzen gleich schnell sich zersetzen? und

2) Können die vegetabilischen Zersetzungsproducte auch dauernde, selbstständige Ablagerungsmassen bilden?

In Beziehung auf die erste dieser beiden Fragen lehrt die Erfahrung folgendes:

4) die stickstoffreichen, saftigen Pflanzen oder Pflanzenglieder zersetzen sich viel schneller als die stickstofffreien, weil jene viel leichter in Gährung gerathen und dann durch das in ihnen sich entwickelnde Ammoniak die Verwesungsmasse zur fortwährenden Bildung von Humussäuren anregen. Ja die zur Zersetzung einer Pflanzenmasse anregende Kraft der Stickstoffsubstanzen geht soweit, dass eine stickstoffhaltige, in Gährung befindliche Pflanzenmasse eine fremde, neben ihr liegende, mit ihr in Berührung stehende Pflanze trotzdem zur Gährung und Humification anregt, wie man deutlich bemerken kann, wenn man (ein faules Ei neben ein noch ganz frisches oder) einen faulen Apfel neben einen gesunden legt. Scheint es doch sogar, als ob auch schon lebende, an Alkaloiden-reiche Pflanzen abgestorbene Pflanzenmassen, auf denen sie wachsen, zur Humification anregen, wie folgendes aus der Natur entlehnte Beispiel deutlich zeigt: wenn auf den Schlägen in unseren Nadelwaldungen Haufen von Moos und Nadeln zusammengeworfen werden, so siedelt sich auf ihnen in der kürzesten Zeit ein Lippenblümler, der sogenannte wilde Hanf, *Galeopsis Tetrahit*, in so gedrängt stehenden Mengen an, dass er mit seinen Pflanzen diese Nadelhaufen, auch wenn sie noch so umfangreich sind, dicht überdeckt. Lässt man nun diesen Wald der *Galeopsis* ruhig auf seiner in Besitz genommenen Stätte wuchern, so erscheint die an sich so schwer zersetzbare Nadelmasse schon im nächsten Herbste in voller Verwesung und im Frühlinge des nächsten Jahres ganz in wahren Humus umgewandelt. Und dann verschwindet der wilde Hanf allmählich, so dass man im Sommer nachher kaum noch einzelne, kümmernde Exemplare desselben findet. Reisst man dagegen schon kurz nach seinem Erscheinen alle seine Pflanzen aus und leidet es auch nicht, dass er sich frisch wieder einnisten kann, dann können jene Nadelhaufen viele Jahre liegen, ehe sie verwesen. Diese Erscheinung steht nicht etwa vereinzelt da, man kann sie in jedem Jahre auf allen Nadelholzblössen in der Umgebung Eisenachs in Fülle beobachten; ja es sind sogar eine Menge Versuche gemacht worden, um diese Wirkungsweise der *Galeopsis Tetrahit* zu erproben. Aber überall zeigte sie sich als Zersetzer von an sich schwer verwesenden Pflanzen. Wodurch sie nun so wirkt, das ist im Augenblicke noch schwer zu ermitteln; nur so viel ist gewiss, dass sie ein narkotisches Alkaloid enthält, da sie giftig auf den Menschen einwirkt und kein rothblütiges Thier sie zur Ernährung braucht. Ihr ganz ähnlich wirken auf unzersetzte Pflanzenabfälle das gemeine Leinkraut (*Linaria vulgaris*), der rothe Fingerhut (*Digitalis purpurea*), der rothe und schwarze Nachtschatten (*Solanum Dulcamara* und *nigrum*) und die Tollkirsche (*Atropa Belladonna*) — lauter Giftpflanzen mit scharfen Alkaloiden und sämmtlich »tüchtige Humusfabrikanten«, weshalb sie der Forstmann sehr gern auf den Schlägen der Wälder sieht;

2) Saftreiche Pflanzen verwesen überhaupt schneller als saftlose;

3) von Harz-, Wachs- und Oelstoffen durchzogene Pflanzensubstanzen verwesen viel langsamer als harzfreie, zumal wenn jene noch Gerbstoff enthalten;

4) alkalienreiche Pflanzen verwesen schneller als alkalienarme;

5) von erstarrter Kieselsäure durchzogene Pflanzen oder deren Glieder verwesen ausserordentlich langsam, zumal wenn sie saftarm sind.

Aber alle diese verwesenden Pflanzensubstanzen können zur leichteren Zersetzung angeregt werden einerseits durch ihnen beigemengte Stickstoffsubstanzen und andererseits durch Lösungen von alkalinischen Bodensalzen.

Auch ist nochmals zu bemerken, dass die äussere Umgebung einen grossen Einfluss auf die schnellere oder langsamere Humification einer abgestorbenen Pflanze, mag sie stickstoffhaltig oder stickstofffrei sein, ausübt, wie oben auf der Uebersichtstafel der Pflanzenzersetzungsproducte schon zur Genüge gezeigt worden ist.

§. 20. **Vergänglichkeit der Humusmassen.** Die zweite im vorigen §. aufgestellte Frage, ob die vegetabilischen Zersetzungsmassen selbstständige und dauernde Ablagerungen bilden können, ergiebt sich nun theilweise schon aus den eben angegebenen Thatsachen.

Können nämlich abgestorbene Pflanzenmassen das zu ihrer vollständigen Zersetzung nothwendige Maass von Wärme, Luft und Licht oder von den übrigen Umwandlungspotenzen nicht erhalten, so werden sie sich auch nicht vollständig zersetzen können und demzufolge eine Ablagerungsmasse bilden, welche so lange Dauer behält, als eben die genannten Umwandlungspotenzen nicht gehörig auf sie einzuwirken vermögen.

Ja ihre Ablagerungsmasse kann dann sogar an Mächtigkeit zunehmen, wenn sich alljährlich neue Pflanzenleichen auf ihr ablagern. In den noch nicht von der menschlichen Axt gelüfteten Urwäldern Nord- und Südamerika's, ja selbst hie und da Europa's kann man dies zur Genüge sehen; denn in diesen findet man oft über 10 Fuss mächtige Ablagerungen von vermodernden Pflanzenmassen. Und sind denn etwa unsere Torfablagerungen etwas anderes, als in ihrer wirklichen Verwesung gestörte Pflanzenleichen-Anhäufungen? Das werden wir später weiter erörtern.

Wenn dagegen abgestorbene Pflanzenmassen in ihrer vollständigen Zersetzung durch nichts gestört werden, dann bilden sie auch keine dauernde Ablagerung; denn wenn auch anfangs aus ihnen eine Humusschichte entsteht, so ist dieselbe doch vergänglich und von so geringer Mächtigkeit, dass sie nicht als wahre Erdrindenablagerung gelten kann, da z. B. nach meinen wiederholt angestellten Beobachtungen aus einer 1 Fuss mächtigen Buchenlaubablagerung nur eine kaum 1 Linie dicke Humusdecke entstand. Nur wenn fein zertheilter kohliger Humus sich mit erdigem Mineral-,

namentlich Lehm- und Thonschlamm innig mengt, wie dies durch Wasserfluthen bewirkt wird, kann er auf längere Zeit eben im Verbande mit diesem als sogenannte Dammerde mächtige Ablagerungen bilden, wie dies unter andern die nächstdem zu betrachtenden Marschen und die äusserst fruchtbaren, unter dem Namen »Schwarzerde« oder *Tschernasem* (*Tschornosem*) bekannten, 1—10 Fuss mächtigen Dammablagerungen im südlichen Russland, welche sich vom Gouvernement Kasan bis zum Kaukasus und von dem ungarischen Tieflande bis nach Sibirien verbreiten, deutlich beweisen.

Bemerkung: Was die unter dem *Tschorno-* oder *Tschernasem* bekannte Ackererde des südlichen Russlands betrifft, so ist sie nach den Einen der Bodensatz eines ehemaligen Binnenmeerbeckens, nach Anderen — z. B. Dr. Schmid — scheinbar das Verwitterungsproduct eines Thonschiefers (?). Nach Hermann (Journal der practischen Chemie von Erdmann 1837, XII. S. 277.) enthält dieselbe

Mineralbestandtheile	85,34 — 87,81	p. Ct.
Humusbestandtheile	10,42 — 7,96	p. Ct.
Wasser	4,08 — 4,04	p. Ct.

Nach Schmid (»Ueber die Schwarzerde im südlichen Russland«) aber besitzt sie

Mineralbestandtheile	84,03 — 91,01	p. Ct.
Humusbestandtheile	12,16 — 5,73	p. Ct.
Wasser	3,81 — 3,26	p. Ct.

Ludwig sagt (a. a. O. S. 109) von diesem eigenthümlichen Boden: »Wenn Torflager durch Entwaldung des Terrains und gleichzeitig durch Entwässerung der Untergründe in ihrer Fortentwickelung gestört werden, so verwandeln sie sich in eine trockene, lockere Substanz, aus welcher durch Einfluss der Atmosphärilien ein humusreicher, anfangs sehr sauerer, später aber nachhaltig sehr fruchtbarer Boden entsteht. In Russland findet sich solcher humusreicher Boden allerwärts, wo durch Abholzung Hochmoore trocken gelegt sind; man nannte ihn dort: *Tschornozem.*«

§. 21. Soviel über das Verhältniss der Pflanze zu den noch in der Gegenwart sich erzeugenden Erdrindebildungen. Werfen wir jetzt zum Schlusse noch einen Blick zurück auf alle die in den §§. 4—20 gegebenen Thatsachen, so werden wir die Ueberzeugung gewinnen, dass die Pflanzenwelt eine ausserordentlich grosse Rolle namentlich bei der Erzeugung neuer Erdrindebildungen spielt. Die lebende wie die todte Pflanze, beide sind bei diesen Bildungen theils auf chemische, theils auf mechanische Weise thätig. Die erstere wirkt mechanisch dadurch, dass ihre Körperglieder die Netze oder die Klammern bilden, durch welche das schon vorhandene Land gegen Wasserfluthen gefestigt und das durch diese Fluthen neu hinzugeschwemmte angesammelt wird; aber sie macht auch mit ihren Wurzelmassen nicht blos ihren krümeligen Standort, sondern auch den sie tragenden Fels klüftig, dass die Verwitterungspotenzen in sein Inneres eindringen und ihn zersetzen und in fruchtbare Erdkrume umwandeln. Chemisch

dagegen wirkt die lebende Pflanze durch die von ihr ausgeschiedenen Gase und Flüssigkeiten als Gehülfin der atmosphärischen Verwitterungspotenzen. Und was in dieser Beziehung die lebende Pflanze nicht vollbringen kann, das führt dann die abgestorbene durch ihre Verwesungs- und Fäulnissproducte aus. In ihren Humussubstanzen entwickelt sie eine grosse Reihe von Säuren und Salzen, welche sämmtlich und auf die mannichfachste Weise zersetzend und umwandelnd auf die mineralischen Bestandtheile ihres Standortes — sei er Fels oder Erdkrume — einwirken und dem harten, unbeugsamen Felsgemengtheile seine Alkalien und alkalischen Erden, ja selbst seine Schwermetalloxyde bis auf die kleinsten Spuren hin rauben und zu neuen, selbstständigen Mineralmassen umbilden und ansammeln können. Während sie so mit ihren Humussäuren einwirkt, mengt sich ihre von Bitumen durchdrungene Humuskohle mit dem Thonschlamm der Gewässer, um die mächtigen Ablagerungen der Dammerde oder die bituminösen Schlammmassen auf dem Grunde der Gewässer darzustellen, aus denen in einer zukünftigen Zeit mehr oder minder mächtige Ablagerungen von bituminösen Schieferthonen, kohligen Schiefern und Mergelschiefer entstehen. Und das Alles noch nicht genug: ihre an der Luft zur Verwesung angeregten und dann unter Wasser in diesem Processe gehemmten und nun verkohlenden Massen bilden ja die gewaltigen Ablagerungen von Torf und bituminösem Holz, welche den zukünftigen Menschengeschlechtern als Schwarz- und Braunkohlenflötze entgegentreten, während zugleich die in diesen vertorfenden Pflanzenmassen sich entwickelnden Säuren wieder mannichfach umwandelnd auf ihre mineralische Umgebung einwirken und namentlich aus ihrem fein zertheilten Eisengehalte massige Ablagerungen von Eisenerzen schaffen.

So erscheint denn die Pflanze als das Mittel, welches im Haushalte der Natur dazu bestimmt ist, mittelbar oder unmittelbar im Vereine mit dem Wasser und den Atmosphärilien nicht blos aus dem alten Erdrindebildungsmateriale, sondern auch aus ihren eigenen Körpermassen die meisten der neuen Ablagerungsmassen, durch welche sich die alte Erdrinde verstärkt, zu bilden und durch die unzählbaren Stoffe, welche aus ihrem absterbenden Körper sich entwickeln, den Stoffwechsel im Mineralreiche herbeizuführen und zu unterhalten, durch welchen allein das Gebäude des Erdkörpers nicht blos erhalten, sondern auch unaufhörlich verjüngt wird.

Capitel II.

Die Marschbildungen.

§. 22. **Schlämmkraft des Regens.** Jeder Regen schlämmt von der steinigen oder erdigen Schuttdecke auf den Abhängen der Gebirge eine um so grössere Menge weg, je geschwinder und stärker sein Niederfall, je grösser seine Wassermenge und je schroffer und pflanzenkahler der von ihm durchnässte Bergabhang ist. Der sanft niedergleitende Landregen ist unter diesen Verhältnissen der genügsamste Wasserniederschlag, denn er raubt erst nach mehrstündigem Niederfalle einem, einzeln von Pflanzen bedeckten, sanft abfallenden Berggehänge nur die oberste, fein zerkrümelte Erd- und Humusdecke, lässt ihm aber seinen Sand- und Steinschutt, ja selbst die noch nicht humificirten Pflanzenabfälle sammt den zwischen ihnen sitzenden Erdkrumen. Der stark niederrauschende Gewitterregen dagegen ist schon ungenügsamer; denn er raubt nach stündigem Niederfalle schon einem solchen Gebirgsabhange nicht blos seine oberste Erddecke, sondern auch den Sand-, Kies- und kleineren Geröllschutt sammt den zwischen und über ihm lagernden Pflanzenabfällen. Der in Wassersträngen niederstürzende Platzregen oder Wolkenbruch endlich durchwühlt schon nach einigen Minuten einen solchen Gebirgsabhang bis zu seiner felsigen Unterlage hin und fluthet alles, was ihn bedeckt, Erdreich, Steinschutt, ja selbst Blöcke und nicht allzutief wurzelnde Bäume und Sträucher von ihm ab. Diese Wirksamkeit der eben genannten drei Arten von atmosphärischen Niederschlägen wird in dem Grade gesteigert und beschleunigt, wie die Neigungswinkel der von ihnen benetzten Bergabhänge sich dem rechten nähern und die Pflanzendecke von denselben verschwindet, so dass an schroffen, pflanzenleeren Gehängen schon der mehrtägige Landregen nicht blos die oberste Erddecke, sondern auch den Sand und das kleinere Felsgerölle fortschlämmt und ein starker Gewitterregen die Rolle eines Platzregens übernimmt.

Wie vortheilhaft für solche Berggehänge nun in dieser Beziehung ein Pflanzenschirm wirkt, ist schon früher gezeigt worden. Wie es aber hierbei auch auf die Baumarten, welche diesen Schirm bilden, ankommt, das kann man überall da sehen, wo an einer und derselben Wand eines Berges hier blattwechselndes Laubholz und dort immergrünes Nadelholz, vor Allen die Fichte den Boden beschirmt. Sicher wird man alsdann bemerken, dass unter dem immergrünen Nadelholzschirme der Bergabhang eine mächtigere Bodenlage besitzt, als unter der Laubholzbewaldung; denn der erstere

schirmt den Abhang das ganze Jahr hindurch, der letztere aber nur zur Sommerzeit.

§. 23. **Schlämmkraft der Bäche.** Das mit Mineral- und Pflanzenschutt beladene Regenwasser eilt nun bergabwärts und setzt seinen Raub entweder am Fusse der Berggehänge in den Schluchten, Buchten und Thälern ab, oder es führt ihn den Bächen und Flüssen zum weiteren Transporte zu. Diese letzteren aber begnügen sich nicht mit den ihnen vom Regen zugeflutheten Schutte, sondern schaffen sich selbst auch solchen durch fortwährendes Zerstampfen und Benagen der Sohle und Ufer ihres Rinnbettes, zumal wenn auch ihre Wassermenge durch Regengüsse vermehrt und verstärkt worden ist. Diese Zertrümmerungs- und Schlämmkraft der Fliesswasser ist indessen auch nicht überall gleich stark, sondern hängt, abgesehen von ihrer grösseren oder kleineren Wassermenge, vorzüglich ab von dem Neigungswinkel ihrer Fliessrinne und der hierdurch erzeugten Fliessgeschwindigkeit und wird sich dem zu Folge um so stärker zeigen, je grösser bei übrigens gleich grosser Wassermenge der Raum ist, welchen sie in einer Secunde durcheilen. Hiernach zertrümmert also der in abschüssiger Felsrinne mit reissender Geschwindigkeit niederwärts stürzende Gebirgsbach, — zumal wenn Regengüsse oder Schneeschmelz seine Wassermenge angeschwellt haben — mit gewaltiger Stosskraft seine felsigen Ufer und reisst nebst dem ihm zugeflutheten Schutte Felsblöcke, Gerölle, Kies, Sand, Erdkrume, Sträucher und Bäume mit sich fort. Sobald er indessen aus der stürzenden Bewegung in die mehr gleitende übergeht, sobald also sein dem rechten genäherter Sturzwinkel ein mehr spitzer wird, lässt er die grossen Blöcke sitzen und setzt nur noch grobes Steingerölle, Kies, Sand und Erdreich in Bewegung. Hiermit wird aber zugleich auch seine Zertrümmerungskraft schon etwas schwächer; die meist aus seinen abgesetzten Felsblöcken aufgebauten Ufer trotzen seiner Gewalt und lassen sich von ihm nur des zwischen ihnen hängen gebliebenen kleineren Steinschuttes berauben, schwächen aber auch durch ihren Widerstand seine Fliessgeschwindigkeit so, dass er nun an seiner Austrittsstelle ins Vorland nicht einmal mehr in gerader Linie seinen Lauf verfolgen kann. Von den felsigen oder steinigen Vorsprüngen der beiden Ufer abgestossen braust er zickzackig oder wellenlinig von einem Ufer zum andern und verliert dadurch von seiner Fliessgeschwindigkeit so viel, dass er in einer Secunde kaum noch einen Raum von 3 Fuss durcheilen kann, und in Folge davon nun auch von seiner Tragkraft so viel, dass er seine kopfgrossen Gerölle fallen lassen muss und nur noch den groben und feinen Sand nebst dem Erdschlamm mit sich fortzuführen vermag. Auf diese Weise tritt er nun schon so gebändigt in das sanft geneigte Vorlandsbett hinein, dass er in einer Secunde nur noch einen Raum von einem Fusse durcheilen kann: Das Niedersinken seines Schuttes, zunächst des Kieses und weiterhin des groben

Sandes ist die Folge davon. Der geschwächte Bach begnügt sich nur noch mit dem Transporte des feineren Sandes und Erdschlammes. Aber jetzt kann er auch noch viel weniger als früher in wilder Kraft seinen Pfad in gerader Linie verfolgen; er muss sich von den kiesigen und sandigen Vorstössen, ja selbst von Baumwurzeln seiner Ufer seines Schuttes berauben und so hinüber und herüber schieben lassen, dass er sich murmelnd nur in gekräuselten Wellenlinien noch fortwinden kann. Dadurch wird seine Fliessgeschwindigkeit und Tragkraft so geschwächt, dass er da, wo sein Flussbett in das nur wenig abfallende ebene Land übergeht, in einer Secunde nur noch einen 9 Zoll langen Raum durchziehen und nur noch feinzertheilten Erdschlamm seinen Ufern rauben und mit sich forttragen kann. Jetzt muss er auch seinen feineren Sand im Flussbette absetzen. So tritt er denn nun endlich ganz abgemattet in die fast wagerechte Ebene hinaus und wälzt hier sein schlammiges Wasser in vielen Windungen so träg vorwärts, dass er in einer Secunde nur noch 2 — 3 Zoll weit schleichen kann und in Folge davon nun auch noch die letzte Spur seines geraubten Landes, seinen Erdschlamm, zu Boden sinken lassen muss.

Auf diese Weise bildet also schon der einzelne Gebirgsbach während seines Laufes von seiner Quelle an, je nach dem Grade seiner Fliessgeschwindigkeit oder der Neigung seiner Fliessebene von seinem, ihm zugeführten oder von ihm selbst losgerissenen Schutte verschiedenartige Ablagerungen:

von Felsblöcken in seinem jäh abschüssigen Gebirgsbette;
von Geröllen in seinem sanft geneigten Thalbette;
von Kies und Grand in seinem fast söhligen Vorlandsbette;
von Sand und Erdschlamm in seinem nahezu wagerechten Ebnenbette.

Aber wenn er nun von Regengüssen und Schneeschmelz angeschwollen seine Ufer seitwärts überschreitet, dann bildet er auch Zonen-Absätze seines Schuttes auf dem Ufergelände und zwar

zunächst seines Fliessbettes eine Zone von Geröllen,
weiter von diesem Bette entfernt eine Zone von grobem und feinem Sande,
und hinter dieser in noch weiterer Entfernung vom Ufer eine Zone von Erdschlamm.

Bei diesem Allen ist nun aber auch nicht zu übersehen, dass jedes Fliessgewässer, sowie es erst aus der stürzenden in die mehr gleitende Bewegung tritt, von der Sohle seines Rinnbettes so angezogen wird, dass seine Wassermasse in 2 verschieden schnell fliessende Schichten abgetheilt wird, nämlich in eine untere, welche in Folge der Bodenanziehung langsamer fliesst und darum ihre Schlammtheile bald zu Boden sinken lässt, und in eine obere, welche unabhängig von der Bodenanziehung schneller fliesst und deshalb ihre Schlammtheile weiter trägt. In Folge

dieser verschiedenen Geschwindigkeit ihrer Wasserschichten in einem und demselben Raume verlieren die Fliessgewässer fortwährend von ihren Schlammtheilen, so dass eigentlich nur die oberen Wasserschichten derselben ihren Schlammgehalt in weitere Entfernungen bringen, während die unteren mehr zur Erhöhung ihrer Bettsohle beitragen.

§. 24. **Schlämmkraft der Ströme.** Wie in dem einzelnen Bache, so ist es nun auch in jedem grösseren Flusse oder Strome, aber hier in noch weit stärkerem Maassstabe; denn in dem grösseren Fliessgewässer vervielfacht sich dieses um so mehr, je grösser die Zahl der in ihm sich ergiessenden Nebenflüsse ist und je verschiedenartiger an Oberflächenform und Masse die Landesgebiete sind, aus denen ihm diese Nebenflüsse zueilen. Jeder einem Strome zueilende Nebenfluss oder Bach trägt demselben irgend eine Menge geraubten Landes zu; das dem nahen Gebirge noch in voller Kraft entstürzende Gewässer bringt ihm Blöcke, Gerölle, Kies, Sand und Erdreich und häuft nicht weit von seiner Einmündung im tiefen Stromsaale aus seinen Blöcken und Geröllen eine allmählich höher werdende Schuttbank auf, welche den ersten Grundstein zum Aufbau einer Sandbank und Insel bildet; das vom sanft ansteigenden Berg- und Hügellande herbeieilende Gewässer trägt dem Strome nur Sand und Erdschlamm und der aus weiter Entfernung herbeischleichende Fluss bringt ihm feinen Erdschlamm. — Und so giebt jedes Nebengewässer je nach seiner Geschwindigkeit, mit der es sich in das ihn aufnehmende Strombett ergiesst, und je nach der mineralischen Beschaffenheit des von ihm durchflossenen und beraubten Landgebietes seinem Strome einen grösseren oder kleineren Tribut ab, einen grösseren bei starker Anschwellung seiner Wassermasse, einen kleineren in seinem gewöhnlichen ruhigen Zustande. Die Wassermasse eines grösseren Flusses oder Stromes führt demnach in verschiedenen Entfernungen seines Bettes einen Schutt so verschiedenartig, wie die mineralische Beschaffenheit des Landesgebietes ist, aus welchem er gerade seine Zuflüsse erhält. Man untersuche nur den Sand und die Gerölle, welche sich in dem Oberlaufe eines solchen Stromes abgesetzt haben; sie bilden in der That eine complete Sammlung von allen den Gebirgsarten und Mineralien, aus denen die umliegenden Gebirge und Landesmassen bestehen. In seinem Mittellaufe verschwinden die groben Gerölle zwar, aber der Sand ist noch immer verschiedenartig genug und zeigt bei einer genauen Untersuchung nicht blos die Mineralspecies, welche der Strom in dem Gebiete seines Oberlaufes enthielt, sondern auch viele andere, welche er erst durch die Nebenflüsse seines Mittellaufes bekam. In seinem Unterlaufe endlich, welcher in der Regel, wenigstens in Deutschland, die einförmigen, sandigen, erdigen oder moorigen Ablagerungen des Tieflandes in grossen, trägen Windungen durchschneidet, sind seine Absätze am einfachsten; denn da bestehen sie nur aus solchem Materiale, was sich am

leichtesten von einem langsam schleichenden Gewässer tragen lässt, aus lehmigen, thonigen oder mergeligen, mit vegetabilischen (und animalischen) Verwesungsstoffen untermengtem Erdschlamm, zu gewissen Zeiten auch wohl aus feinem Sande.

Hiernach ist also der Strom das Magazin, in welchem seine Zuflüsse all das von ihnen geraubte Land abgeben. Aber wie der einzelne Bach sich nicht mit dem ihm vom Regen zugeführten Landmateriale begnügt, sondern auch selbstthätig seine Ufer benagt, so vermehrt auch der Strom seine ihm von den Zuflüssen übergebenen Landreste dadurch, dass er im ruhigen Zustande fortwährend seine Ufermassen abfluthet und im angeschwollenen Zustande sogar sein Bett überschreitet und von den angelegenen Geländen alles mit sich fortreisst, was seinen gierigen Fluthen in den Weg kommt. Wie auf diese letztgenannte Weise Ströme selbst die mauerfesten Werke des Menschen nicht schonen und mächtige Baumstämme entwurzeln und fortfluthen, das ist allbekannt, und ist auch schon im Capitel I. weiter erörtert worden.

§. 25. **Verschiedenheit der Landbildungen eines Gewässers innerhalb eines Jahres.** Wie schon aus dem oben Mitgetheilten hervorgeht, so bildet jedes Fliesswasser schon allein in Folge seiner Geschwindigkeit verschiedenartige Schuttablagerungen in verschiedenen Räumen seines Bettes. Indessen bleiben sich diese Ablagerungen weder in ihrer Menge noch in ihrer Art selbst innerhalb eines Jahresraumes immer gleich. Die Jahreswitterung im Allgemeinen, die Richtung und Stärke der Regenniederschläge, namentlich der Gewitter, ja auch die Bewirthschaftungsweise des Bodens in einer Gegend übt hierauf einen grossen Einfluss aus.

1) Trockene Jahre sind stets ungünstig für die Vermehrung der Schuttablagerungen in dem Gebiete eines Flusses, weil einerseits dann die schuttbringenden Zuflüsse ganz versiegen, oder doch so klein werden, dass sie selbst den feinzertheilten Erdschlamm innerhalb ihres eigenen Bettes zu Boden sinken lassen müssen, und andererseits selbst die grösseren Flüsse und Ströme so wasserarm werden, dass sie oft kaum noch ihre Ufer berühren können. Indessen erscheinen solche Jahre, zumal wenn sie recht warm sind, günstig für die Humification der in den Strombetten vorhandenen abgestorbenen Thier- und Pflanzenkörper. Wenn daher auch das Wasser der Ströme alsdann wenig oder keinen Erdschlamm mit sich führt, so enthält es doch eine grosse Menge äusserst fein zertheilter thierischer und vegetabilischer Humussubstanzen, welche es überall da, wo es bei langsamem Flusse gestaut wird, allmählich zu Boden sinken lässt und hierdurch eine, wenn auch schwache, doch äusserst fruchtbare, schwarze Schlammschichte auf allen Untiefen bildet. Dies kann man vorzugsweise in den Monaten Juni, Juli und August an solchen Stellen in Flussbetten bemerken, an denen durch Querdämme

von Reissigbündeln das Wasser in seinem Laufe gehemmt wird. Freilich wird diese Humusschlammschichte sehr häufig wieder zerstört, wenn durch einen starken Gewitterguss die Wassermenge der Ströme vermehrt und aufgeregt wird. Immerhin aber kommt sie den Marschbildungen im Unterlaufe der Ströme zu gut, wie wir später sehen werden.

2) Nasse, kühle Jahre füllen dagegen die Ströme sammt ihren Zuflüssen, so dass diese nicht blos ihre Ufer, sondern auch von dem umliegenden Lande, namentlich von den Gebirgen, viel Landesschutt zugeführt bekommen. In solchen Jahren erscheint daher das Wasser der Gewässer immer trüb und »lehmfarbig« theils von mineralerdigem, theils von humosem Schlamme. Die Absätze, welche es bildet, bestehen alsdann an gestauten Stellen gewöhnlich aus dreierlei Schichten, aus einer untersten feinsandigen, einer mittleren lehmigen oder thonigen und einer oberen humosen. Indessen führt es nicht immer gleichviel von dieser, seiner Landumgebung geraubten, Humusmasse mit sich, am meisten im Frühling und Vorsommer oder im September, also zu Zeiten, wo die Felder noch kahl und die Wälder unbelaubt sind, am wenigsten im Juni, Juli und August, also zur Zeit, in welcher der Boden durch eine Pflanzendecke gegen die Fluthkraft der Landregen geschützt ist.

Die sanft sich niedersenkenden Landregen führen jedoch den Flüssen in der Regel nur leicht schlämmbare erdige Substanzen zu; anders dagegen wirken die Gewitter mit ihren, in dicken Striemen senkrecht niederstürzenden Wassermassen, zumal die sogenannten Platzregen und Wolkenbrüche. Sie rauben selbst dem dicht mit Pflanzen bedeckten Boden schon bei wenig geneigter Lage seine Dammerde und führen den Flüssen von den Gebirgen und Bergländern nicht blos eine grosse Menge Erdschlamm, sondern auch Felsgerölle und Sand aller Art zu. Sie würden daher am ersten selbst in trockenen Jahren die Ströme mit ihren Zuflüssen in reichlicher Fülle zu speisen vermögen, wenn sie nicht allzu locale Erscheinungen wären, welche namentlich in Gebirgsgegenden oft nur an einzelne Thäler gebunden erscheinen, so dass sie auch nur die Bäche in dem einmaligen Gebiete ihres Auftretens mit Schlamm und Wasser versorgen, — ja in einzelnen Jahren sogar nur bestimmte Richtungen verfolgen, so dass sie in dem einen Jahre immer nur z. B. von SW. nach NO., in einem anderen Jahre dagegen z. B. nur von SO. nach NW. ziehen und dann auch nur die in ihrem jährlichen Striche liegenden Gebiete und Gewässer speisen. Wenn sie diesem zu Folge auch nur ausnahmsweise die sämmtlichen Zuflüsse eines Stromes so erquicken werden, dass diese dem letzteren einigen Schlamm zufluthen können, so führen sie doch gerade durch ihr sporadisches Auftreten eine grössere

Mannichfaltigkeit in den Schlammabsätzen der Flüsse selbst innerhalb eines Jahres herbei.

Bemerkung. Ein recht deutliches Beispiel für diese zuletzt ausgesprochene Behauptung giebt die am Nordwestrande des Thüringer Waldes hinfliessende Hörsel, welche einerseits vom Thüringer Walde und andrerseits von dem, aus der Triasformation bestehenden, Thüringer Berglande Zuflüsse erhält. Ich habe viele Jahre hindurch nicht blos das jährliche Auftreten der Gewitter, sondern auch die durch sie herbeigeführten Schlammabsätze in der Hörsel (an dem sogenannten grossen Wehr bei Eisenach) beobachtet und unter anderem folgende Thatsachen beobachtet: Im Sommer des Jahres

1856 erhielt die Hörsel fast gar nichts durch Gewittergüsse, weil dieselben vorherrschend am Südabhange des Gebirges sich entluden und nur sehr selten und rasch vorüberziehend im Gebiete der Hörsel auftraten;

1857 erhielt die Hörsel fast nur Kalkgerölle und kalkigthonigen Schlamm, weil die Gewitter vorzüglich die vom thüringischen Berglande kommende Nesse speisten und alle nach NO. zogen, so dass sie die Thäler des Gebirges vermieden;

1861 aber erhielt die Hörsel vorherrschend rothbraunen, glimmerreichen Lehmschlamm von den Glimmerschieferbergen bei Ruhla, weil sich fast alle Gewitter im Thalgebiete der Ruhla entluden. Nur im Juli erhielt sie durch ein heftiges Gewitter, welches am Nordrande des Gebirges von Thal zu Thal zog, einen sehr reichlichen, gemischten Schlamm von der Lauche, Ems, Ruhla, Moosbach und Marienbach zugleich.

Aus diesem Beispiele ersieht man nach meiner Ansicht recht deutlich, auf welche Weise durch die Gewitter allein verschiedenartige Schlammabsätze in einem und demselben Flusse und innerhalb eines und desselben Jahres herbeigeführt werden können.

3) Schneereiche Winter verhalten sich ähnlich wie an Landregen reiche Sommer, wenn der Schnee immer bald wieder wegschmilzt; wenn aber derselbe sich während des ganzen Winters anhäuft und dann beim beginnenden Frühjahre mit einem Male wegthauet, dann füllen sie die Ströme nebst ihren Zuflüssen zum Ueberlaufen nicht blos mit Wasser, sondern auch mit Schlämm- und Schwemmmassen aller Art. Und dann bilden die Flüsse nicht blos in den verschiedensten Entfernungen ihrer Strombetten selbst, sondern auch auf ihren beiderseitigen Ufergeländen oft auf weite Strecken hin mehr oder minder mächtige Ablagerungen von Geröllen, Kies, Sand, Erde und Pflanzenschutt; dann auch wird gar manches Sumpfgrasrieth ihrer Ufer durch ihren Steinschutt in trockene Süssgraswiese, aber auch gar manches Stück trockenen Ackerlandes, zumal wenn es eine schattige, beckenförmige Lage hat, durch ihre fauligen Laubmassen in einen sumpfigen Pfuhl umgewandelt.

Bemerkungen. 1) Im Frühjahre 1861 setzte nach dem plötzlichen Schmelze der gewaltigen Schneemassen im Gebirge die Hörsel auf ihren

flachen Ufern am Köping bei Eisenach gewaltige Menge von allen Schuttarten ab. Unter diesen waren die bis kopfgrossen mehr oder minder frischen Gerölle am interessantesten. Denn sie bildeten eine wirklich vollständige Sammlung von Felsarten aus dem ganzen Flussgebiete der Hörsel. Da sah man einerseits vom Thüringer Walde: Glimmerschiefer, Gneiss, Chlorit- und Hornblendeschiefer, Granit, Diorit, Quarzporphyr (aus dem Gebiete der Ruhla), Kugelporphyr, Achatkugeln, Porphyrbreccien, Kupfer- und Kohlenschiefer (aus dem Gebiete des Wintersteiner Wassers), Melaphyre, Mandelsteine, Porphyre mit grossen Orthoklaskrystallen und Kohlensandsteine (aus dem Gebiete der Laucha); und andrerseits vom Thüringer Berglande, namentlich von den Hörselbergen, Muschelkalkgeschiebe aus allen Etagen der Muschelkalkformation.

2) In dem schönen Werrathale befindet sich 1 Meile von Eisenach dem hessischen Orte Herleshausen gegenüber eine prachtvolle Wiese, welche in früheren Jahren nur Sumpfgräser trug, jetzt aber durch den vorherrschend aus kalkigen Massen bestehenden Schutt, welchen die Werra nach jedem schneereichen Winter in grossen Mengen auf dieser Sumpfwiese absetzte, zur üppigen Süssgrasflur geworden ist.

3) Zwischen den Ebersbergen bei Farnroda, 1 Meile östlich von Eisenach, liegt ein schattiger Wiesengrund. Derselbe war früher ein Sumpf, wurde dann durch Ueberdeckung mit Steinschutt und Anlegung eines Wasserabzuges zur guten Wiese und erscheint gegenwärtig wieder ganz morastig, lediglich durch die grossen Mengen von fauligem Laubschutt, welchen die Herbstregen und Schneeschmelze im Frühjahre alljährlich von den dicht bewaldeten Ebersbergen auf ihn fluthen. (So wenigstens lautet die Angabe des Besitzers.)

4) Endlich hat auch die Bewirthschaftungsweise des Bodens einen Einfluss auf die Menge und Art des Schlämmmaterials, welches Flüsse zugefluthet erhalten. In dieser Beziehung sind namentlich folgende Thatsachen hervorzuheben:

a) Wenn Aecker mit geneigter Lage — z. B. an Hügel- und Berggehängen — so bearbeitet werden, dass ihre durch den Pflug gezogenen Furchen bergabwärts ziehen, so rauben selbst sanfte Landregen denselben weit mehr Ackerkrume, als wenn jene Furchen quer über die Berggehänge gezogen werden.

b) Um den Boden eines Ackers »sich erholen« zu lassen, lässt man ihn zeitweise unbepflanzt (»brach«) liegen. »Auf solchen brachliegenden Aeckern wirthschaften, zumal bei einer geneigten Lage, die Gewitter oft so gräulich, dass von deren Humussubstanzen nur wenig übrig bleibt« — so lautet die Angabe eines tüchtigen praktischen Landwirths. In einem Jahre, in welchem solche Aecker brach liegen, werden sie also den Gewässern mehr Schlämmmaterial liefern, als in einem Jahre, in welchem sie mit Feldfrüchten dicht bedeckt sind. Ganz besonders gilt dies von den thonig-sandigen Gebirgsäckern. Diese werden beim Brachliegen durch den Regen allmählich so ihrer

schlämmbaren Thon- und Humustheilchen beraubt, dass sie zu einem unfruchtbaren Sandgehäufe werden.

c) Wenn an Gebirgslehnen Wälder gerodet und der freigelegte Boden nicht gleich wieder bewaldet wird, so raubt ihm jeder Regen eine Menge Krumentheilchen. Sobald er aber wieder bepflanzt und beschirmt worden ist, verliert wenigstens der Landregen seine Macht. Daher kommt es, dass in demjenigen Jahre, in welchem eine solche Gebirgslehne entblösst liegt, die Waldbäche nach jedem Regen stark getrübt erscheinen, während sie dann, wenn diese Lehnen wieder — z. B. mit Fichten — bewaldet worden sind, oft selbst nach tagelangen Regengüssen noch klar oder nur wenig getrübt erscheinen.

Unter allen den schwemmbaren Substanzen, welche die Flüsse vom Lande erhalten, sind die fein zertheilten mineral-erdigen und humosen, wirklich schlämmbaren die wichtigsten, weil sie einerseits die häufigsten und am leichtesten fortzufluthenden sind und andrerseits das beste Material zur Bildung fruchtbaren Landes abgeben. Indessen hängt auch ihre Menge und Beschaffenheit von der Jahreswitterung ab. So lange die Flussbetten so gefüllt sind, dass ihr Wasser auch die obersten, in der Regel aus humoser Erde bestehenden Uferränder berühren kann, führen sie, wie oben schon gezeigt worden ist, alle Arten von Schlamm; wenn aber ihre Wassermenge so abnimmt, dass sie nur noch die untere Hälfte ihrer Uferwände benagen kann, verschwindet mehr und mehr ihr humoser Schlamm; und wird endlich ihre Wassermenge so gering, dass sie nicht einmal mehr die Ufer berühren kann, dann führen sie auch keinen Erdschlamm mehr: jetzt zeigt ihr Wasser nur noch äusserst fein zertheilte Humussubstanzen, welche durch die nun beginnende Verwesung der auf dem Boden derselben abgestorbenen Thier- und Pflanzenkörper erzeugt werden. — Aber auch unter sonst günstigen Verhältnissen führen die Gewässer nicht das ganze Jahr hindurch gleich grosse und gleich gute Humusmengen.

Die verhältnissmässig grösste Menge fein zertheilten Humus führen sie — nach mehrjährigen Beobachtungen — in denjenigen Monaten des Sommerhalbjahres, in welchen die Erde noch nicht dicht durch Pflanzen verdeckt ist; die kleinsten Mengen desselben dagegen im Winter, namentlich im schneereichen. Ebenso führen sie im Spätherbste und im Nachwinter mehr unverweste Pflanzenmassen als wahren Humus.

Die Menge der Schlammtheile, welche ein Fluss innerhalb eines Jahres mit sich führt, ist nach dem eben Mitgetheilten äusserst schwierig zu bestimmen, da sie in den verschiedenen Räumen eines und desselben Flussbettes je nach den Zuflüssen und der Beschaffenheit der Ufergelände fortwährend abändert. Man kann deshalb mit einiger Sicherheit nur aus der Grösse der Absätze, welche ein Fluss innerhalb eines Zeitraumes an irgend

einem bestimmten Punkte bildet, einen Schluss auf die Menge der von ihm in diesem Zeitraume geflutheten Schlammmassen ziehen.

1) Nach Simony (»die Seeen des Salzkammergutes«) hat sich im Hallstätter See das Schlammdelta der Traun seit 70 Jahren um 240 Fuss verändert, obgleich der See 1200 Fuss von der Mündung dieses Flusses eine Tiefe von 282 Fuss hat. Der vom Hallstätter Salzberg in den See stürzende Mühlbach hat nach einem Wolkenbruche im Jahre 1846 sein Schuttdelta um 3 Fuss vorgeschoben, obgleich der See 600 Fuss von der Mündung 234 Fuss tief ist.

2) Nach Bischoff (a. a. O. II. S. 1574 u. ff.) fand

a) Everest in 100000 Theilen Wasser des Ganges

vom 15. März bis 15. Juni	21,71 Theile
vom 15. Juni bis 15. Octbr.	194,30 ,,
vom 15. Octbr. bis 15. März	44,57 ,,

also im Mittel 86,86 schwebender und aufgelöster Theile. Die jährliche Menge dieser Theile würde demnach 6368 077 440 Cubikfuss betragen;

b) Ridell als mittleren jährlichen Betrag der festen Bestandtheile des Mississippi 80,32 in 100000 Theilen Wasser.

c) Barrow als mittleren jährlichen Betrag der festen Bestandtheile des Gelben Stromes in China 500 Theile.

3) Ebenso zeigten nach Bischoff (a. a. O. S. 1579) 100000 Theile Wasser aus dem Rhein an

	schwebenden Theilen	gelösten Theilen
am 24. März 1851 . . .	20,5	11,23
am 27. ,, 1852 . . .	1,73	17,08

4) Ferner zeigte nach Bischoff (a. a. O. S. 1587 u. 1590)

a) das Wasser der Elbe bei Hamburg am 1. Juni 1852: 0,891 schw. Thle. 12,69 gel. Thle.;

b) das Wasser der Donau bei Wien am 5. August 1852: 9,237 schw. Thle. 14,14 gel. Thle.;

c) das Wasser der Weichsel bei Culm

im März 1853: 5,82 schw. Thle. 20,05 gel. Thle.
im April ,, 2,53 ,, ,, 13,52 ,, ,,

§. 26. **Ablagerung des Schlämm- und Schwemmmaterials innerhalb der Flussbetten.** Schon im §. 23. ist darauf aufmerksam gemacht worden, dass die abnehmende Fliessgeschwindigkeit die Tragkraft eines Flusses vermindert und ihn in Folge davon nöthigt, immer mehr von seinem geraubten Lande zu Boden sinken zu lassen. Demgemäss wird nun auch Alles, was seine Fliessgeschwindigkeit schwächt oder momentan ganz aufhebt, ihn zu Bodenabsätzen nöthigen. Seine beiderseitigen Uferwandungen ziehen das sie berührende Wasser an, hemmen es also dadurch in seiner

Geschwindigkeit und nöthigen es so, einen Theil seines Schuttes sinken zu lassen. So bildet sich den beiden Ufern entlang die erste Schuttablagerung. Indem sich diese aber allmählich erhöht, wird die über ihr hinfliessende Wassermasse nun nicht mehr blos von den Uferwänden selbst, sondern auch von dem nun erhöheten Grunde an den Ufern zu langsamerem Fliessen und hierdurch zu noch vermehrtem Landabsatze gezwungen. Hat sich nun auf diese Weise erst ein starker schlammiger Bodenabsatz gebildet, dann siedeln sich auf ihm Schilfe und andere hochstengelige Wasserpflanzen an, welche nun nicht blos die schon gebildete Ablagerung gegen das Wiederfortfluthen schützen, sondern auch immer mehr erhöhen, indem das zwischen ihren Stengeln sich durchschlängelnde Wasser an jedem derselben etwas Schlamm abgeben muss. So wächst das Land vom Ufer aus allmählich immer weiter nach der Mitte der Stromrinne hin und würde auch diese allmählich erhöhen und ausfüllen, wenn nicht eben durch die beiderseitigen Landansätze die Wassermasse eines Flusses immer mehr nach der Mitte seines Bettes zusammengedrängt und eben hierdurch wieder in seiner Reiss- und Tragkraft gestärkt würde. Befinden sich an den Ufern abwechselnd grosse Buchten und halbinselförmige Vorsprünge, so bilden diese die besten Landfänger; denn hinter jedem Vorsprunge wird das Wasser gestauet und genöthigt einen Theil seines Fluthschuttes sinken zu lassen. Indem nun auch noch die hinter diesen Vorsprüngen liegenden Buchtufer das Wasser anziehen und selbst die in der Mitte des Flusses sich fortwälzende Wassermasse seitwärts auf das in die Bucht eingedrungene Wasser drückt und es so am schnellen Weiterfliessen hemmt, so wird der Boden einer solchen Bucht sehr bald so erhöht, dass ein Schlammpfuhl in derselben entsteht, welcher allmählich an Höhe so zunimmt, dass er bei niederem Wasserstande über dem Wasserspiegel des Flusses hervortritt, oberflächlich austrocknet und sehr bald zum Träger von Wasser- und Sumpfpflanzen wird. Wenn er jetzt nun auch bei höher werdendem Wasserstande noch zeitweise überfluthet wird, so dient dies immer nur zu seinem Wachsthume, denn jeder über ihn hinwegziehenden Wasserschichte entzieht er sowohl, wie jede der auf ihn wachsenden Pflanzen ihr Schlämmmaterial. — Haben sich nun erst Holzgewächse — z. B. Weiden — mit tief greifenden und weit umher ziehenden Wurzeln auf ihm angesiedelt, dann ist auch das Bestehen des neuen Landabsatzes für die Zukunft gesichert; denn dann bildet das Wurzelgeflechte dieser Pflanzen ein Netzwerk von zahllosen Klammern, welche das Land gegen die weitere Schlämmkraft des Wassers festigen.

Bemerkung. Wie jedoch die Ufervorsprünge das Wasser auf der einen Seite nöthigen, die hinter ihnen befindlichen Buchten mit Land auszufüllen, so zwingen sie aber auch auf der anderen Seite einen Fluss seinen Lauf zu ändern und an den ihnen schief gegenüber liegenden Ufern eine Bucht auszu-

wühlen und sich neues Schlämmmaterial zu schaffen. Auf diese Weise kann ein Fluss die Landesmassen des einen seiner Ufer allmählich auf sein anderes Ufer übertragen und hierdurch im Verlaufe von Jahrhunderten ein ganz neues Strombett erhalten, welches nun auf der entgegengesetzten Seite des früheren liegt. So floss die Hörsel bei Eisenach, wie alte Flurkarten und Bohrversuche gelehrt haben, in früheren Zeiten durch eine Bucht unmittelbar am Petersberge hin. Allmählich aber hat sie diese Bucht so mit Land ausgefüllt, dass sie jetzt fast eine Viertelstunde weiter von dem genannten Berge in einem grossen Bogen um denselben herumfliesst und so sich fast auf der entgegengesetzten Seite ihres Flussthales befindet.

Indessen nicht blos die Uferwände und Ufervorsprünge, sondern überhaupt jeder in dem Flussbette liegende Körper stauet und hemmt das Wasser in seiner Bewegung und nöthigt es, einen Theil seines Schlämmmaterials hinter dem Hemmmittel abzusetzen; die Pfeiler einer Brücke, einzelne Felsblöcke, ja selbst die groben Gerölle auf der Sohle des Flussbettes sind lauter solche Staumittel des Fliesswassers und in Folge davon Landsammler in den Flussbetten. Und wie in dieser Beziehung die an den Ufern wachsenden Pflanzen, namentlich die Bäume, wirken, das ist im Cap. I. §. 7. schon hinreichend gezeigt worden.

Aber auch die Strömungen des Wassers selbst können ein mit Schlämmmassen versorgtes Gewässer zur Absetzung seines Schuttes zwingen. Es ist oben schon angedeutet worden, wie der in eine tiefe Uferbucht eingedrungene Theil eines Flusses durch den ausserhalb dieser Bucht vorbeifliessenden Flusstheil gewissermassen abgeschnitten und zu einer Art Stillstand oder Kreisbewegung in der Bucht gezwungen wird. Noch mehr findet dieses Stauen eines Flusses durch ein anderes Gewässer dann Statt, wenn entweder bei gleich starker Fliessgeschwindigkeit die Stromrichtung des einen Gewässers quer vor der Mündung des andern Gewässers liegt oder bei ungleich starker Fliessgeschwindigkeit die Stromrichtung des stärker fliessenden Gewässers in gerader Linie auf die Mündung des schwächer fliessenden Gewässers stösst. Im ersten Falle, welcher häufig in Flüssen da vorkommt, wo unter einem fast rechten Winkel sich Nebenflüsse in sie ergiessen, bilden sich dann entweder Schuttbänke, welche die Mündung quer durchziehen und zur Bildung von Landzungen Veranlassung geben, oder an einem Vorstosse des einen oder andern Ufers Halbinseln, durch welche allmählich die Mündung eines Nebenflusses eine solche Lage erhält, dass sich derselbe zuletzt unter einem spitzen Winkel in seinen Mündungsfluss ergiesst und von diesem sammt seinem Schlämmmateriale weiter gefluthet wird, so dass er nun keine Absätze mehr an seiner Mündung bilden kann. Der zweite Fall aber findet sich vorzüglich an der Mündung der Ströme ins Meer und giebt Veranlassung zur Versandung, Verengung, Delta- und Flussmarschbildung, wie wir im Folgenden ersehen werden.

§. 27. **Landabsatz in den Mündungen der Ströme.** Wenn ein mit erdigem, humosem Schlamme beladener Strom sich schleichend seiner Mündung nähert, und es stämmt sich ihm an derselben die vom hohen Meere zurückeilende Fluthwelle des Oceans mit gewaltiger Wucht entgegen, so wird seine der Mündung am nächsten befindliche Wassermasse nicht nur an ihrem Ausflusse gehemmt, sondern sogar eine Strecke stromaufwärts in ihr Bett zurückgeschoben. Hierdurch aber wird diese Wassermasse auf den ihr vom Landinnern her nachfolgenden Stromestheil zurückgeworfen, welcher nun seinerseits in der Richtung seines Laufes ebenso wieder gegen dieselbe vorwärts drängt, wie die Meeresfluth gegen sie nach dem Lande zu drückt. So von zwei entgegengesetzten Seiten gedrückt, wird die Masse zum Stillstand gebracht und in Folge davon ihrer Tragkraft so beraubt, dass sie namentlich an den Uferrändern ihrer Stromrinne, wo ohne dieses schon ihre Tragkraft in Folge der Anziehung der Uferwände geringer ist, ihren sämmtlichen Schlamm zu Boden sinken lässt. Indem sich nun dieses Spiel so oft erneuert, als die Fluth vom Meere aus nach dem Lande zueilt, wird allmählich an den Uferrändern nicht blos der Mündung, sondern auch eine bedeutende Strecke stromaufwärts der Stromschlamm sich so anhäufen, dass der über ihn hinschleichende Wasserstrom vollends alle Tragkraft verliert und nun von selbst seine Schlammtheile auf ihn absetzt. Auf diese Weise aber wächst derselbe so, dass er allmählich über dem Spiegel des Stromes als flache Halbinsel hervortritt und nur noch zur Zeit der Fluthen mit Wasser oberflächlich bedeckt wird. Nun bildet er die sogenannten »Blicken« (d. h. Land, welches zeitweise aus dem Wasser hervorblickt), welche sich bald so erhöhen, dass nur hohe Meeresfluthen noch das stark gestauete Stromwasser momentan darauf treiben können. Der erwärmende Strahl der Sonne bringt ihr überflüssiges Wasser zur Verdunstung; der Sauerstoff der sie bestreichenden Luft wandelt rasch die Verwesungsstoffe ihres Schlammes in milden Humus um, und nun erwacht mit einem Male das Pflanzenleben auf den Blicken. Eine kaum 1 Fuss hohe, dem Boden angedrückte, sperrig- und gabelästige, blattlose Pflanze, das Glaskraut oder der Queller (auch Schmalzkraut, Seekrappe oder Kruckfuss, *Salicornia herbacea* genannt), ist der erste Ansiedler und Vermehrer des neu sich bildenden Landes. Rasch verbreitet er sich über dasselbe und bald überziehen seine sperrigästigen Stauden das junge Land mit einem engmaschigen, nach allen Richtungen hin in einander greifenden Netze. Jede seinen Wohnsitz überspülende Wasserwoge hält er nun an und zwingt sie, ihren Schlamm zwischen seines Netzes Maschen abzusetzen.

Auf diese Weise vermehrt sich der fruchtbare Schlammabsatz immer mehr, bis zuletzt auch die gestauete Wasserfluth nur noch die Ränder von dem Reiche des Glaskrautes benetzen kann. Hiermit endigt aber auch

allmählich die Herrschaft dieses ersten Anbauers; denn das nun mehr und mehr der salzigen Meeresfluth entrückte Land kann ihm nicht mehr soviel Salzwasser gewähren als zu seinem Gedeihen gehört. Jetzt tritt er seine wohlverwaltete Herrschaft an die 5 bis 6 Fuss hohe, blaublumige Sandaster (*Aster Tripolium*) und das Strandmilchkraut (*Glaux maritima*) ab, vortreffliche Nachfolger, welche sein Landbildungswerk vollenden und sowohl durch Auffangen alles Schlammes, welchen die jetzt seltener wiederkehrende Wasserwoge mit sich führt, wie auch durch die abgestorbenen Massen ihrer eigenen Körper ihren Standort so erhöhen und seine austrocknenden Schlammmassen so verbessern, dass nun süsse Wiesengräser das neuerwachsene Land (welches jetzt »Heller« genannt wird) zur weiteren Fortbildung übernehmen können. Nun endlich nimmt es der Mensch in Besitz. Anfangs benutzt er es zur vortrefflichen Weide für sein Vieh; später aber durchzieht er es mit Entwässerungsgräben, umgiebt es zum Schutz gegen die etwa noch andrängenden Wasserwogen mit hohen Wällen oder Deichen und erzieht auf ihm, was auf lange Jahre hin keiner künstlichen Düngung bedarf, die kostbarsten Feldfrüchte im üppigsten Maasse.

Hiermit ist nun zwar die Bildung des eben eingedeichten Landstriches, welches man einen Polder nennt, aber keineswegs die Erzeugung neuen Landes im Strombette vor den eben erst gebildeten Poldern beendigt. Vielmehr lehrt die Erfahrung, dass die Landansetzung in denjenigen Strömen, in welchen sie einmal begonnen hat, in dem Maasse vorwärts schreitet, wie sich das Strombett verengert. Ein recht schlagendes Beispiel hierzu liefert unter anderen die Schelde. »Im Anfange des 14. Jahrhunderts standen auf dem linken Ufer dieses Stromes noch mehr als 165000 preussische Morgen Land bei der jedesmaligen Fluth unter Wasser und blieben auch bei der Ebbe mehr oder weniger unter demselben. Gegenwärtig aber sind diese 165000 Morgen Land eingedämmt und der landwirthschaftlichen Cultur übergeben. Dadurch kann die Fluth nur eine sehr viel kleinere Menge Wasser in die Schelde unterbringen als früher. Es ist natürlich, dass bei diesen veränderten Umständen das Ausströmen der Fluth auch sehr viel langsamer erfolgt und gerade dadurch schreitet die Versandung des Flussbettes sehr rasch vor; es wird immer mehr verengt. Die Polders, welche dadurch seit dem Jahre 1811 angelegt wurden, nehmen eine Fläche von 16500 Morgen ein, welche das Flussbett von seiner Breite verloren hat, und die Anlage noch neuerer Polder steht hier in Aussicht; sie wird das Flussbett nur noch weiter beschränken.« (Vgl. Nöggerath: Versandung der Flüsse, in Westermann's Monatsheften 1861.)

So wird also überall da, wo die Strömung des Meeres senkrecht auf die Mündung eines langsam fliessenden Stromes stösst, der letztere gezwungen, seinen Schlamm theils in der Mündung selbst, theils an den der-

selben zunächst gelegenen Uferwänden seines Unterlaufes abzusetzen. Ergiesst sich nun aber ein Schlamm führender Strom durch eine langausgezogene, sich allmählich erweiternde Mündung mit bedeutender Geschwindigkeit in ein ruhiges Meer, so schiebt er seinen Schlamm durch seine ganze Mündung durch und setzt ihn erst an der Grenze derselben da ab, wo sich die ruhende Meereswoge mit voller Wucht quer vorstemmt. Im Zeitverlaufe häuft sich hier dieser Schlamm immer mehr an, so dass er zuletzt einen schmalen, niederen Querdamm — eine sogenannte Nehrung — vor der Mündung des Stromes bildet und diese entweder ganz vom Meere abschliesst oder nur durch ein oder zwei schmale Canäle mit dem letzteren in Verbindung lässt. Die Russen nennen — nach Kohl's Reisen in Russland, III. Thl. S. 25 — diese meist mit Gras bewachsenen Dämme Peressips. Sie finden sich vor den Mündungen fast aller ins Schwarze Meer sich ergiessenden Ströme Russlands, so namentlich des Dniestr, Dniepr, und Bug. Noch anders indessen gestalten sich die Verhältnisse, wenn die Strömung des Meeres von der Seite her unter einem mehr oder minder spitzen Winkel gegen die Mündung eines Stromes fluthet; alsdann reisst sie den letzteren sammt seinem Schlamme mit sich fort, so dass er keine Zeit behält, erdige Theile absetzen zu können, wie wir dies unter anderem an mehreren in die Ostsee mündenden Strömen Deutschlands bemerken können.

§. 28. **Landabsatz am Meeresstrande.** Es ist bis jetzt immer nur von den Landesbildungen an den Ufern in Fluss- und Strombetten die Rede gewesen. Das Meer bildet indessen auch unter günstigen Verhältnissen an dem Strande seines unermesslichen Beckens Landesablagerungen, aus denen mit der Zeit die fruchtbarsten Landesstriche werden können.

Durch die Ströme der Festländer erhält seine Fluth Jahr aus Jahr ein eine gewaltige Menge erdigen, mit animalischen und vegetabilischen Verwesungsstoffen reichlich untermengten Schlammes. Diese Schlammmenge wird noch um Vieles vermehrt durch die zahllosen Fäulnissmaterien, welche in jedem Augenblicke durch das Absterben von Myriaden Pflanzen und Thieren im Schoosse des Meeres erzeugt werden. In sehr warmen, trockenen Sommern geht die Verwesung dieser organischen Substanzen so stark vor sich, dass das ganze Meerwasser von ihnen sich trübt und in Folge davon überall an den flachen Küsten, die es mit seinen trüben Wogen benetzt, unangenehm riechende Absätze bildet.

Die Stärke dieser an Verwesungsstoffen überreichen Meeresschlamm-Absätze hängt jedoch einerseits von der Richtung und Stärke der Fluthwellen des Oceans und andrerseits von der Beschaffenheit der Küsten, welche von ihnen befluthet werden, ab:

Streifen nämlich die Fluthwellen des Meeres eine Küste nur mit ihren Seitenrändern, so lassen sie mehr von ihrem Schlamme sinken,

als wenn sie mit ihrem gewölbten Scheitel, also mit ihrer vollen Wucht auf ein Küstenland stossen, weil sie an ihren Seitenrändern nicht so viel Tragkraft besitzen, als im Mittelpunkte ihrer Wassermasse. Dieses Verhältniss wird nun noch erhöht, wenn die aus dem offenen Meere sich herbeiwälzenden Fluthwellen in einem engen Canal mit seichtem Grunde zusammengepresst werden. Denn dann werden sie in ihrem Weiterströmen gehemmt, gestauet und in Folge dessen zum Theil ihrer Tragkraft beraubt, — wie es ja auch mit dem Wasser eines gestaueten Stromes geht.

Alle diese Verhältnisse treffen unter anderen an der Westküste Jütlands, Deutschlands und Hollands zusammen. Wer auch nur einen Blick auf die Karte von Deutschland (— z. B. auf die vortreffliche Karte von Deutschland von Sydow und Berghaus —) wirft, wird bemerken, dass an der Westküste dieser Länder eine lange Reihe von Düneninseln (an Jütland: Fanöe, Romöe, Sylt, Amrum, Föhr, Pellworm, Nordstrand; an Deutschland und Holland: Wangeroge, Nordernei, Borkum, Rottum, Schiermonnik-Oog, Ameland, Schelling, Vlieland, Texel) lagert. Zwischen dieser Inselreihe und dem Festlande befindet sich demnach ein Canal, in welchen die sich vom Atlantischen Ocean herum nach Nordosten hin wälzenden Fluthwellen mit ihren Seitenrändern — zwischen den Inseln wie durch ein Sieb — hineingepresst und zusammengestauet werden, so dass sie all ihren Schutt, Sand wie Schlamm, in denselben absetzen müssen. In diesem Canale ist also das Terrain zu suchen, in welchem das Meer noch fortwährend neues Land schafft. So lange derselbe noch tief genug war, häufte die Meeresfluth nur ihren Sandschutt in ihm auf; als er aber an Höhe so zugenommen hatte, dass er nur noch eine Untiefe, eine unterseeische Sandbank bildete, setzte die Fluth auch ihren feinzertheilten, aus Verwesungsstoffen und Thon oder Lehm bestehenden Schlamm (sogenannten Schlick) so reichlich in ihm ab, dass er gegenwärtig unmittelbar an der Küste schon die üppigsten Polder von 1 bis 2 Meilen Breite bildet und weiter von der Festlandsküste entfernt eine eigenthümliche Landesmasse darstellt, welche zur Zeit der Fluth ein bis mehrere Fuss tief unter dem Wasser liegt, zur Zeit der Ebbe aber an vielen Stellen ganz vom Wasser entblösst ist, so dass man über seine schlammige Oberfläche hin von einer Insel zur anderen, oft mehrere Stunden weit »waden« kann. Diese zur Zeit der Ebbe schon trocken liegenden und unter dem Namen der »Watten« bekannten Meeresabsätze werden bei jeder Fluth, welche sich über ihnen hinwälzt, etwas höher. Haben sie endlich eine solche Höhe erreicht, dass die gewöhnliche Fluth sie nicht mehr überströmen kann, dann trocknen sie an ihrer Oberfläche soweit ab, dass der Queller — die oben schon genannte *Salicornia* — sich auf ihnen ansiedeln kann. Und nun schreitet ihr Wachs-

thum ganz ebenso, wie wir es bei der Landbildung in den Strommündungen kennen gelernt haben, rasch vorwärts, bis der Mensch sie in Besitz nimmt und durch Eindeichung in sogenannte Polder verwandelt.

Die Marschen.

§. 29. **Begriff von Marsch.** Im Allgemeinen nennt man zwar alles Erdreich, welches auf die eben beschriebene Weise durch Wasserschlamm-Anfluthungen theils in oder an den Rinnsälen von Flüssen oder Strömen, theils an dem flachen Strande des Meeres entstanden ist, Marsch oder Marschland (von dem plattdeutschen Worte: »Mar« d. i. Moor oder Morast, weil aller Marsch vor seiner Entwässerung mehr oder minder morastig ist oder auch unter gewissen Verhältnissen den Anfang zu Moorbildungen abgiebt); im Besonderen aber versteht man unter Marschbildungen vorzugsweise diejenigen Wasserschlamm-Ablagerungen, welche im Mündungsgebiete der Ströme oder am Strande des Meeres aus der wechselseitigen Einwirkung und Mischung von Süss- und Salzwasser noch jetzt gebildet werden, aus einem höchst feinkrümeligen Gemenge von zahlreichen, — animalischen und vegetabilischen — Humussubstanzen und thonigen, lehmigen oder mergeligen (mit Salzen verschiedener Art untermischten) Krumentheilchen bestehen und meist durch lebende Pflanzen angesammelt oder ihrer Vollendung zugeführt werden.

§. 30. **Abarten des Marschbodens nach seinen Lagerorten und mineralischen Bestandtheilen.** Je nachdem nun eine Marsch blos von den Fluthen eines Flusses, oder durch die Wechselwirkung von Fluss- und Seewasser oder nur durch das Meereswasser entstanden ist, und je nachdem sie entweder im Binnenlande an oder auf den Ufern eines Flusses, oder vor, in oder hinter der Mündung eines Stromes, oder endlich am Strande des Meeres selbst lagert, unterscheidet man im praktischen Leben in der Regel Fluss- und Seemarschen und unter den letzteren wieder Mündungs- und Strandmarschen. — Ausserdem spricht man auch noch von Teich- oder Seemarschen, welche sich in dem Becken stehender Binnenwasser dann entwickeln, wenn dieselben von schlammführenden Bächen oder Flüssen gespeist werden.

Da die Bildungspotenzen zugleich bezeichnend sind für die Bildungsmaterialien und die Ablagerungsorte der Marschen, so lässt sich die eben angegebene, von dem praktischen Landwirthe aufgestellte, Eintheilung auch für die Wissenschaft anwenden. Wir legen sie daher ebenfalls unserer Beschreibung zu Grunde.

§. 31. **Die Flussmarschformationen.** 1) Unter Flussmarschen versteht man nach dem Vorhergehenden den Complex von allen Erdkrumen-

Ablagerungen, welche ein Fluss sowohl in seinem Ober- und Mittel-, wie in seinem Unterlaufe theils innerhalb seines Rinnbettes, theils bei Ueberfluthungen auf seinen beiderseitigen Ufergeländen abgesetzt hat und noch fortwährend bildet. Ihrer mechanischen Mengung nach erscheinen sie entweder rein-mineralisch oder humos-mineralisch oder auch wohl, wiewohl seltener, rein-humos.

a) Die rein-mineralischen Flussmarschen bestehen:

α) aus gröberem und feinerem Sand, welcher aus verschiedenen Mineralien, vorherrschend aber aus Quarz-, Feldspath- und Hornblendekörnchen oder Glimmerlamellen zusammengesetzt ist, vorzüglich innerhalb oder in der nächsten Umgebung ausserhalb der Ufer von Flüssen, welche in breiten Gebirgsthälern oder auch am Fusse von Gebirgen fliessen, vorkommt und gewöhnlich die untersten Lagen einer ganzen Marschformation bildet;

β) aus plastischem Thon, welcher in der Regel sehr fett ist, sich im feuchten Zustande gut schneiden lässt und an der Schnittfläche glänzt, vorzüglich in sehr breiten Flussthälern da, wo der Fluss sehr wenig Gefälle besitzt, und überhaupt nur selten in der nächsten Umgebung der Flussufer auftritt. (Der sandfreieste und fetteste knickt beim Umpflügen in lange, breite, glatte Schollen um, daher: »Knick«);

γ) aus sandigem Thon (Letten), welcher beim Schlämmen mehr oder minder viel gröberen oder feineren Sand giebt, beim Schneiden knirscht und sich wohl auch bröckelt und vorzugsweise am Ausgange von Gebirgsthälern entweder auf Geröllen oder auf Sand abgelagert erscheint;

δ) aus Lehm, welcher aus einem innigen, durch blosses Schlämmen nicht trennbaren, Gemische von Thon und feinem Sande (pulveriger Kieselerde) besteht, in der Regel aber auch leicht abschlämmbaren, gröberen Sand und Glimmerblättchen enthält, sich gewöhnlich fern von dem Rinnsaale der Flüsse theils in Gebirgsmulden, theils am Rande breiter, flacher Thäler über Sand oder Letten lagernd findet;

ε) aus Mergel, welcher entweder aus einem deutlichen Gemenge von pulverigen Kalktheilen mit Thon besteht, oder ein inniges, undeutliches Gemisch aus diesen beiden Mineralien bildet und dann in der Regel dadurch entstanden ist, dass Wasser, welches gelösten kohlensauren Kalk besass, von Thonschlamm aufgesogen wurde und bei seiner allmählichen Verdampfung seinen Kalkgehalt zwischen den Thontheilchen absetzte. Die erstgenannte Mengung lässt sich durch blosse Schlämmung ihren Kalk entreissen; die zweite Mischung aber wird nur durch Säuren ihres Kalkes beraubt. Auch findet sich die

erste Mengung immer in dem Gebiete von Kalkformationen, die zweite aber oft weit entfernt von ihrer Entstehungsquelle, oft sogar erst im Gebiete eines Flussunterlaufes.

b) Die humos-mineralischen Flussmarschen bestehen stets aus einem Gemenge von einer der eben erwähnten mineralischen Anschlämmungsmassen mit theils schon in Verwesung begriffenen, theils schon vollständig humificirten organischen Resten. — Unter den noch nicht humificirten Organismenresten nehmen vorherrschend die Blätter von Bäumen und grasartigen Gewächsen eine wichtige Stelle ein, weil sie einerseits vom Wasser leichter wegzufluthen sind und andererseits zweimal im Jahre —, zuerst beim beginnenden Winterhalbjahre durch starke Herbstregen, und dann beim beginnenden Frühjahre durch starken Schneeschmelz in grossen Mengen den Flüssen zum Transporte übergeben werden. Ueberfluthen zu diesen Zeiten die Flüsse ihre Ufer, so setzen sie diese Blätter bei ihrem Rückzuge an allen hervorragenden Körpern der Ufergelände ab, wo sie dann, durch Luft und Frühlingswärme angeregt, bald vollständig verwesen, wenn sie anders nicht auf eine schattig und kühl gelegene, an sich schon nasse Bodenstelle gerathen; denn in diesem Falle werden sie torfig und können dann wohl den Anfang zu einem sumpfigen Pfuhle bilden. Bleiben dagegen die Flüsse in ihren Betten, dann sammeln sich die herbeigeflutheten Blattmassen bei niederem Wasserstande auf allen geröllreichen Sandbänken des Flussbettes an; bei hohem Wasserstande aber bilden sie zuerst hinter jedem aus dem Wasserspiegel hervorragenden Gegenstande, z. B. hinter Brückenpfeilern oder in den Fluss niederhängenden Bäumen oder auch in tiefen einschneidenden Uferbuchten eine sich immer mehr verbreiternde, schwimmende Haut. Durch Wasseraufsaugung schwerer werdend senkt sich dieselbe allmählich etwas unter den Wasserspiegel, so dass sich über ihr schwimmender Thonschlamm auf ihrer Fläche absetzen kann. Wird dann wieder eine neue Blattmasse herbeigefluthet, so setzt sich diese, sobald sie sich voll Wasser gesogen hat, auf jener ersten ab und wird durch ihren Schlammüberzug fest mit ihrer Lage zu einer Art Pappe verkittet. Indem sich nun aber diese Blattpappe wieder etwas tiefer senkt, bildet sie von neuem einen Absatzraum für eine dritte Schlamm- und Blattlage, mit welcher es wieder so geht, wie mit der zweiten. Und indem sich auf diese Weise abwechselnd jede folgende Schlamm- und Blattlage auf die schon vorhandene Blattschichtmasse niederlässt, entsteht bei grossen Mengen zusammengeflutheten Laubes eine oft fussdicke Ablagerungsmasse, welche aus abwechselnden Lagen von Thon und Blättern besteht und allmählich zu Boden sinkt. In flachen Bächen reicht dieselbe oft bis an die Oberfläche des Wassers. — Wird nun bei heiterem warmem Frühlingswetter der Wasserstand niedriger, dann beginnt ihre Verwesung

von oben nach unten, so dass ihre obersten Lagen meist schon ganz in Humus umgewandelt erscheinen, während die untersten Lagen noch die einzelnen Blätter deutlich erkennen lassen. Hat sich aber ihre ganze Masse erst vollständig zersetzt, dann bildet sie eine schwarzbraune, schlammigweiche Masse, in welcher man im frischen Zustande nichts mehr von Lagenabsonderungen, beim Austrocknen aber eine deutliche Neigung zur Spaltung in Blattlagen bemerken kann.

Diese so humificirten Blattmassen bilden nun ein sehr wichtiges Material für die Bildung von Marschen. Denn einerseits entlehnen von ihnen die aufgeregten Fluthen der Flüsse den feinstzertheilten Humusschlamm, welchen sie auf weite Fernen hin tragen, um ihn vielleicht zur Fruchtbarmachung von Sandflächen ihrer Ufer zu verwenden; andererseits tragen diese Humusschlammmassen, welche sich in flachen Flussbuchten oder in seichten stehenden Gewässern Jahr aus Jahr ein bilden und ansammeln, sehr viel bei zur allmählichen Ausfüllung dieser ihrer Sammelorte und zu deren Umwandlung zu anfänglichen Morästen, späteren Brüchen und endlichen Marschen.

Aehnlich wie die zusammengefluthеten Laubmassen verhalten sich auch die in den Gewässern selbst lebenden und sterbenden Wasserpflanzen, namentlich die schwimmenden. So lange sie leben und ihre Glieder über den Wasserspiegel emporrecken, fangen sie alle im Wasser schwimmenden Schlammtheilchen auf und sammeln sie an ihren Blättern und Stengeln oft in solchen Mengen an, dass sie von deren Gewicht unter das Wasser gezogen und zuletzt ganz zu Boden gedrückt werden. Sobald sie hier absterben, bilden sie allmählich eine schwarze, kohlig-humose Substanz, welche im innigen Verbande mit erdigen Theilen den Hauptbestandtheil des sogenannten »Wasserschlammes« oder **Schlicks** bilden. Wenn aber in trockenen, heissen Sommern die kleineren Flüsse so wasserarm werden, dass sie nur noch an den tieferen Stellen ihrer Betten einzelne stehende Wasserdümpfel bilden, dann erzeugen diese schwimmenden Wasserpflanzen auf trockengelegten Bodenstrecken schwarzbraune, häutige Ueberzüge, welche zuletzt in ein schwarzes Humuspulver zerfallen und in den Wasserdümpfeln selbst wahre Brutplätze für Infusorien und Wasserinsecten. Trocknen endlich auch diese letzten Reste der Flüsse ein, so zeigt sich auf dem Boden derselben ein schwarzgrauer Schlamm, welcher einen starken Geruch nach faulen Fischen verbreitet, beim Austrocknen an seiner Oberfläche in 4- bis 7eckige, sich mit ihren Rändern napfförmig in die Höhe biegende Scherben zerfällt und aus einem zarten Gemische von wenig erdigen Krümchen und viel stickstoffreichem Humus besteht. Wird nun später das Flussbett wieder durch Regen gefüllt, dann werden alle diese Humusmassen in äusserst feinen Schlamm umgewandelt und vom Wasser weit weg von ihrer Ge-

burtsstätte, oft bis zur Mündung der Ströme ins Meer getragen. Dieser, aus der Zersetzung von Wasserthieren und Wasseralgen entstandene, Humus bildet ein Hauptbildungsmaterial der Marschländer im Gebiete des Unterlaufes von allen Strömen.

Die eigentlichen, amorphen Humussubstanzen sind entweder vegetabilischer oder animalischer Abkunft. Erstere herrschen im Flusswasser, letztere im Meerwasser vor. Im nassen, schlammigen Zustande bilden sie äusserst feine, also kaum vom blossen Auge erkennbare, braune Zäserchen und Flöckchen, welche wegen ihrer Leichtigkeit in den obersten Wasserschichten schwimmen und in Folge davon selbst in seichten Flüssen am weitesten weggefluthet und unter allen schlämmbaren Substanzen am letzten abgesetzt werden. Beim Austrocknen dagegen bilden sie schwarzbraune, leicht zerreissende und Fetzen bildende Ueberzüge auf denjenigen Körpern, auf denen sie sich abgesetzt haben. Enthält aber ein Gewässer gelöste kohlensaure Alkalien, so verbinden sie sich mit diesen zu humussauren Alkalien, welche sich im Wasser ganz auflösen und dasselbe gelbbraun (bei grossen Mengen) oder blassgelblich (bei geringen Mengen) färben.

Unter den mineralischen Schlammsubstanzen kommen sie am meisten in innigem Gemenge mit Thon und Lehm verbunden vor; und bilden nun namentlich mit fettem Thon gemischt den schwarzblauen bis grauschwarzen »Schlick«. In Bächen zeigen sie sich auch wohl zeitweise im Gemenge mit feinem Sande oder mit kleinen Glimmerlamellen; beim Absetzen aber trennen sie sich mehr und mehr vom Sande los, so dass sie über dessen Lage eine abgesonderte Schichte bilden. Die Fliesswasser erhalten sie entweder durch den Regen vom Lande her, so namentlich im Vor- und Nachsommer, oder von den oberen Theilen der Uferränder, oder auch von den in ihrem eigenen Bette verwesten organischen Resten, wie oben schon gezeigt worden ist.

c) Die rein humosen Flussmarschen d. h. diejenigen Fluthbodenablagerungen, welche nur aus Humussubstanzen bestehen und keine mineralischen Gemengtheile besitzen, sind äusserst selten und bilden nie weit ausgedehnte und mächtige Ablagerungen. Am reinsten zeigen sie sich noch hie und da in Buchten schleichender Gewässer, in sogenannten Brüchern, oder in kleinen Teichen, welche allmählich durch angefluthete Laubmassen ausgefüllt worden sind.

2) Obwohl nun nach dem Vorigen jede durch das Wasser eines Flusses abgesetzte Erdkrumen-Ablagerung im Allgemeinen eine Marschbildung ist, so rechnet man in der Praxis doch speciell nur diejenigen humos-mineralischen Erdschlammablagerungen zu den Marschen, welche aus einem innigen feinkrümeligen, mineralsalzreichen, schwarzbrau-

nen Gemenge von Thon, Lehm oder Mergel mit 5—10 p. Ct. wahrem Humus bestehen. Folgende Analysen, von denen

A. die Bestandtheile eines Flussmarschbodens aus der Wesermarsch bei Hoya nach Sprengel,

B. die Bestandtheile des Nilschlammes nach Girard,

C. die Zusammensetzung von Marschen aus dem Oderbruche nach Crome

zeigt, werden dies bestätigen.

A.

Sand und Kieselsäure	71,849
Thonerde	9,350
Eisenoxyd und Eisenoxydul	5,410
Manganoxyde	0,925
Kalkerde	0,987
Magnesia	0,245
Kali und Natron, durch Wasser ausziehbar	0,007
Phosphorsaure Kalkerde	0,131
Schwefelsaure Kalkerde	0,174
Chlornatrium	0,002
Humussubstanzen	8,820
Stickstoffsubstanzen	2,000
Wasser	0,100
	100,000

Bemerkung. Dieser Boden bildete schon seit längerer Zeit eine ausgezeichnete Viehweide.

B.

Kieselsäure	56,36
Thonerde	12,47
Eisenoxyd	13,19
Kalkerde	3,15
Magnesia	2,73
Kali	1,26
Natron	0,70
Kohlensaurer Kalk	3,12
Schwefelsaurer Kalk	1,29
Chlornatrium	0,36
Organische Substanzen	5,53
	100,31

C.

	Im Oderbruche		
	zwischen Friedrichsaue und Zechin	bei Wollup	bei Kibmwerder
Sand	40,0	2,5	28,0
Thontheile. . .	51,5	82,0	64,5
Humus	8,5	15,5	7,5
	100,0	100,0	100,0

3) Gliederung der Flussmarschformation. Wie schon in dem eigentlichen Flussmarsch der mineralische Gemengtheil bald aus Thon, bald aus Lehm, bald auch aus Mergel bestehen kann, so zeigt nun auch der ganze Complex der Flussmarschbildungen schon in dem Gebiete eines einzigen Flusses eine sehr verschiedenartige Gliederung. Es ist dies auch nach dem früher Mitgetheilten nicht anders möglich, da ja die Beschaffenheit des sämmtlichen Bildungsmaterials derselben abhängig ist von den Arten der Schlammsubstanzen, welche ein Fluss sei es durch den Regen, sei es durch seine Nebenflüsse aus seinem ganzen Flussgebiete zugeleitet erhält. Ja diese Verschiedenheit geht so weit, dass oft selbst zwei dicht nebeneinander liegende Flussmarschbildungen aus ganz verschiedenem Bodenmateriale bestehen.

a) So besteht z. B. eine Marschbildung im Thale der Hörsel zwischen Eisenach und Stedtfeld am linken Ufer des genannten Flusses aus abwechselnden Lagen von grobem Sand und braunrothem stark humosem Thone, während dieselbe am rechten Ufer dieses Flusses aus einer 3—4 Fuss tiefen, stark humosen Mergelthon-Ablagerung gebildet wird, da sie alles Bildungsmaterial von den aus Muschelkalk bestehenden Hörselbergen erhält, während jene ihr gerade gegenüberliegende, linksuferige durch Schlammmassen des Rothliegenden genährt wird.

b) Da, wo die Nesse in die Hörsel fliesst, liegen in dem Winkel, welchen diese beiden Flüsse an ihrer Mündung mit einander bilden, zwei verschiedene Marschbildungen geradezu nebeneinander, welche schon durch ihre Farbe unterschieden werden können. Die eine ist schwärzlich braun und enthält sehr viel Glimmerblättchen; die andere ist dunkelgrau, kalkhaltig und frei von allem Glimmer.

Es bleibt sich nicht einmal eine und dieselbe Marschbildung immer gleich. Abgesehen davon, dass die auf ihr wachsenden Pflanzen derselben

theils Bestandtheile rauben, theils aber auch bei ihrem Absterben neue Humusmassen geben, ändert sich auch die Art und die Menge ihrer Humusbestandtheile und mit diesen zugleich die Menge der humussauren alkalinischen Salze; ausserdem wird ja mit jeder Ueberfluthung neues Bildungsmaterial auf ihr abgesetzt. Auf den Ufermarschen mancher Flüsse beträgt diese alljährlich wiederkehrende Ueberschüttung von neuer Bodenmasse (»Ueberschlickung«) durchschnittlich ½ bis 1 ganzen Zoll und noch mehr für das einzelne Jahr.

> Der praktische Landwirth benutzt dies und weiss durch geschickt angelegte niedere Uferdämme, welche das hochangeschwollene Flusswasser überschreiten kann, und durch Schleusen den übertretenden Gewässern ihren humusreichen Schlamm abzunehmen. Dass er durch diese »Landfängerei« selbst Moore allmählich in üppig fruchtbaren Marschboden umwandelt, lehrt unter anderen das sonst ungeniessbare und jetzt theilweise in fruchtbares Land umgewandelte Ledamoor in Ostfriesland.

Es sind demnach die Flussmarschformationen im Allgemeinen als Erdrindebildungen zu betrachten, welche sich noch fort und fort, und zwar so lange verändern werden, als noch Flusswasser sie berühren und überfluthen kann. Ihr Schichtencomplex ist also noch nicht fertig und stabil geworden. Wenn sich nun aber auch hiernach für die einzelnen dieser Formationen kein festes Gliederungsgesetz aufstellen lässt, so kann man doch im Allgemeinen ihrer Zusammensetzung nach wenigstens die Marschen im Oberlaufe eines Flusses von denen in seinem Unterlaufe unterscheiden. Denn die Marschen im Oberlaufe der Flüsse, welche man gewöhnlich Thal- und Aucbodenformationen nennt, besitzen gewöhnlich zur Unterlage eine mehr oder minder mächtige Lage von Geröllen verschiedener Art, oder auch hie und da eine Grastorfschichte, darüber eine Schichte groben Sandes und zuoberst eine thonige, lehmige oder kalkigthonige, mit Humus und feinem Sande untermengte Erdkrumenschichte, welche in der Regel nie so mächtig und nie so zartkrumig und humusreich ist, als die der folgenden Marschbildung. Die Marschen im Unterlaufe der Flüsse, und namentlich der Ströme, dagegen, welche man bald eigentliche Flussmarschen, bald Ebenenmarschen, Bruchmarschen oder Marschen der Niederungen nennt, besitzen gewöhnlich zur Unterlage feinen Sand oder Lehm, oft auch ein mehr oder minder mächtiges Moos-, Gras- oder Haidetorflager, darüber entweder ein Lager fetten Thones oder wieder feinen Sand und zu oberst eine mächtige Ablagerung von schwarzgrauem, zartkrümeligem Schlick.

4) Verbreitung: Die im Vorigen beschriebenen Marschbildungen sind zwar im Gebiete aller Flüsse überall da zu finden, wo die letzteren zeitweise das sie umgebende Land überfluthen können; am grossartigsten

aber treten sie im Uferlaufe aller Ströme da auf, wo dieselben schleichend die wenig geneigten Ebenen des Tieflandes durchziehen. Auf diese Weise finden wir sie im belgischen Scheldethale, im unteren Maas- und Rheinthale, im unteren Wesergebiete (namentlich von der Westphälischen Pforte an), im Elbthale aber nur wenig (z. B. in der Magdeburger Börde), dagegen im Oderthale (namentlich von Frankfurt an nordwärts z. B. in den sogenannten Oderbrüchen), im unteren Weichselthale (namentlich in der Umgegend von Marienwerder bis Danzig hin, die sogenannten Werder), im Thale der Theiss in Ungarn (in weiter Ausdehnung) u. s. w.

Zusatz: Eine eigenthümliche Art von Bodenbildung, welche aus der Verwesung der obersten Lagen von Torfmooren entsteht und unter anderen in dem Landgebiete zwischen Weser und Hamme das sogenannte »schwimmende Land« zusammensetzt, soll bei der Beschreibung der Landbildung durch Torfmoore näher betrachtet werden.

§. 32. **Die Seemarschformationen.** 1) Unter Seemarschen versteht man im Gegensatze zu den Flussmarschen im Allgemeinen den Complex sämmtlicher Erdbodenablagerungen, welche theils durch das Meerwasser allein, theils durch Wechselwirkung von Meer- und Flusswasser entweder in oder vor den Mündungen von Strömen oder an den seichten Stellen des Meeresstrandes ursprünglich als feinzertheilte Schlammmassen noch fortwährend abgesetzt werden und in ihrer Hauptmasse

entweder aus Mineralschlamm — sei es aus reinem fetten Thon oder aus einer innigen Mengung von diesem mit Kalkkrümchen oder feinem Sande —,

oder aus schlammigen Verwesungsstoffen,

oder endlich aus einem Gemenge von allen diesen Stoffen zugleich bestehen. — Die Hauptgemengtheile der Seemarschen sind also im Allgemeinen dieselben, wie die der Flussmarschen. Trotzdem aber sind die Seemarschen von den letzteren doch sehr verschieden, theils durch das feinere Korn und die innigere Mischung ihrer Hauptgemengtheile, theils durch die grössere Massenhaftigkeit und Gleichförmigkeit ihrer Ablagerungen, vor Allem aber durch die Beschaffenheit ihrer Humusgemengtheile und die Art der ihnen beigemengten, im Wasser löslichen Salze, wie eine kurze Beschreibung der einzelnen Gemengtheile der Seemarschen zeigen wird.

a) Was zunächst die Humussubstanzen betrifft, so sind dieselben entweder vegetabilischen oder animalischen Ursprungs und treten theils in der Form von zarten, schleimigen Flöckchen, theils in Verbindung mit Alkalien und alkalischen Erden, namentlich mit Kalkerde und Magnesia auf.

α) Die vegetabilischen Humussubstanzen, welche hauptsächlich in den Marschbildungen innerhalb der Strommündungen vorherrschen, lassen unter dem Mikroskope wenig oder keine Spur von organischen Körpern erkennen und verhalten sich überhaupt wie huminsaure Salze. Uebergiesst man sie mit reinem Wasser, so lösen sie sich theilweise in demselben mit brauner oder gelber Farbe auf und geben dann mit Salzsäure einen dunkelbraunen, flockigen Niederschlag von Huminsäure. Behandelt man dagegen den im Wasser unlöslich gebliebenen Rückstand derselben mit Salzsäure, so bekommt man ebenfalls eine Lösung, in welcher fast stets Kalkerde und oft auch Magnesia vorhanden ist, und einen Niederschlag von flockiger Humussäure. Demgemäss enthalten also diese Humussubstanzen wohl stets einerseits im Wasser lösliche humussaure Alkalien (Kali und Natron) und im Wasser lösliche alkalische Erden (vorzüglich Kalkerde und Magnesia). Jedenfalls entnehmen sie das Bildungsmaterial zu diesen Salzverbindungen aus den im Meereswasser aufgelösten Chlormetallen. Wenigstens hat dies Sprengel in seiner Bodenkunde (S. 102) dadurch höchst wahrscheinlich gemacht, dass er aus einer Auflösung von Chlorcalcium und Chlormagnium, welche er mit frisch gefällter Humussäure und thonschlammigem Wasser vermischte, schon nach einigen Stunden einen Bodensatz erhielt, welcher aus einem innigen Gemenge von Thon und humussaurer Kalkerde und Magnesia bestand. Es ist indessen auch nicht unwahrscheinlich, dass auch die von der Meereswoge zu Pulver zermalmten Reste von Schnecken- und Muschelschalen hinlängliches Material zur Bildung dieser humussauren Salze liefern. Hierdurch liesse sich wenigstens der bisweilen auffallende Mangel von den Schalthierresten in den Seemarschbildungen erklären.

β) Die animalischen Humussubstanzen, welche in den Strand- und eigentlichen Seemarschen den vegetabilischen Humus an Menge überwiegen, entwickeln beim Verbrennen einen starken Geruch nach verbrannten Federn und beim Liegen an der Luft einen hässlichen Geruch nach Schwefelwasserstoff-Ammoniak, (was ihren Stickstoffgehalt andeutet) und erscheinen unter dem Mikroskope als ein Gemisch von amorphen schwarzbraunen Schlammtheilchen oder äusserst zarten, fast durchscheinenden Fäserchen und kieselschaligen Infusorien (aus der Familie der Diatomeen) oder kalkschaligen Polythalamien. Die ersteren, welche sich immer wie wirkliche Humussubstanzen verhalten, treten indessen in dem Marschschlamm hauptsächlich an den Mündungen der Ströme, wo sich das jenen Infusorien verderbliche Flusswasser mit dem Meereswasser mischt, so an Menge zurück, dass sie kaum noch $^1/_4$ seines Volumens ausmachen, während die Menge der kieselschaligen Infusorien sehr gewöhnlich $^1/_3$ oder $^1/_2$ seines Volumens

bildet. (Vgl. hierzu Ehrenberg in den Monatsberichten der Berlin. Akademie, 1843, S. 164.) Durch diese überwiegende Menge von animalischen Resten lässt sich auch der Reichthum des Seemarsch an Stickstoffsubstanzen und phosphorsaurer Kalkerde erklären. Indessen hat man beobachtet, dass die von der Meereswoge abgesetzten Marschschlammtheile nicht zu allen Zeiten des Jahres gleichviel solcher animalischer Verwesungsstoffe enthalten, am meisten in den vier Sommermonaten, welche deshalb auch von den Strandbewohnern in Friesland »Slyk Maanden« genannt werden, am wenigsten im Winterhalbjahre. Wenn man bedenkt, dass in den warmen Monaten des Sommers die Verwesung der in jeder Minute zu Millionen absterbenden Seethiere, so vorzüglich der unzähligen Schleimthiere, Quallen, Infusorien u. s. w., rascher vor sich geht, als in den kühlen Zeiten des Jahres, dass ferner auch in den Sommermonaten alles Flusswasser, (wie wir früher gezeigt haben) reicher an Humusmaterien ist, als zu jeder anderen Jahreszeit, so wird man sich die obige Erscheinung leicht erklären können, wird man es auch natürlich finden, dass in dieser Jahreszeit die stärksten und humusreichsten Schlammabsätze da erfolgen, wo sich das Meerwasser mit dem Flusswasser mischt.

Bemerkung. Interessant sind in dieser Beziehung die Beobachtungen, welche Dr. Weiss in Leer (in den Beobachtungen und Entdeckungen aus der Naturkunde, von der Gesellschaft naturforschender Freunde, Berlin, 1786. I. S. 287) gemacht hat. Er fand, »dass der Niederschlag des Schlicks, welcher die Marschen bildet, nie eher erfolgt, als bis das Seewasser, auch bei stillem Wetter, trübe wird; dieses geschieht in den 4 Sommermonaten, die deshalb auch Slyk Maanden heissen, der Absatz erfolgt vorzüglich da, wo See- und Flusswasser sich vereinigen, und hängt zusammen mit der Luftwärme, denn das Wasser ist weit trüber und der Niederschlag des Schlammes desto stärker, je wärmer und trockener der Sommer ist; daher zeigt, merkwürdiger Weise, die Trübheit des Wassers den jährlichen Eintritt und das Ende der eigentlichen Luftwärme auf das Genaueste an. Wenn nämlich das Wasser seine Trübheit annimmt, so wird 8 Tage darauf die Witterung gelinder, dagegen sieht man ein eben so plötzliches Aufklären der Trübheit des Wassers, wenn die warme Witterung binnen 8 Tagen aufhören will. — Der Anfang und das Aufhören der Trübheit des Wassers und der warmen Witterung tritt sehr verschieden ein, wie nachstehende Tabelle zeigt:

Anfang der Trübheit.	Anfang der Klarheit.
1779 den 24. Mai	den 4. Novbr.
1780 ,, 5. Juni	,, 20. ,,
1781 ,, 7. April	,, 1. Octbr.
1782 ,, 16. Juni	,, 6. ,,
1783 ,, 20. April	,, 21. Novbr.
1784 ,, 13. Mai	,, 22. ,,
1785 ,, 14. Mai	,, 12. Juli.«

Man ersieht also aus dem eben Mitgetheilten, dass die Meereswoge nur während der warmen Sommermonate humusreichen Schlamm absetzt und zwar auch nicht immer gleich vielen, sondern mehr in langen, warmen, weniger in kurzen, kühlen, regenreichen Sommern. Während der kalten Jahreszeit wird demnach die Meeresfluth vorherrschend Mineralschlamm, namentlich fetten Thon oder Knick, aufschwemmen. Hierdurch lässt es sich erklären, warum Marschablagerungen

1) oft eine Art Wechselablagerung von fast humusleerem, ockergelbem, fettem Thon (Knick) und schwarzbrauner, humusreicher Erdkrume (Schlick) zeigen;

2) in kühlen nassen Jahren fast nur aus Knick bestehen;

3) nach mehreren solchen kühlen Jahren eine sehr mächtige, fast nur aus Knick bestehende Ablagerung erhalten;

4) und dann wieder bei neuem Eintritt von warmen, trockenen Jahren eine mächtige Decke von Schlick bekommen, für welche nun jene Knickschichte die Unterlage bildet.

Indessen wird man diese verschiedenen Ablagerungen von Knick und Schlick nur da am Meere deutlich unterscheiden können, wo die Meereswoge keine anderen Quellen für ihren Humusgehalt besitzt, als eben die in ihrer Fluth verwesenden Organismen oder die von Strömen herbeigeschlämmten Humussubstanzen. Da aber, wo die Meereswoge unterseeische oder vielmehr untergesenkte Torflager zerwühlt, oder wo sie torfige Strandstrecken untergräbt oder auch Zuflüsse aus torfigem Lande erhält, führt sie auch Jahr aus Jahr ein Humusschlamm, wenngleich im Sommer mehr als im Winter, und da setzt sie auch fortwährend mit Humusschlamm untermengten Thon oder Sand ab.

b) Nächst den Humussubstanzen bildet äusserst fein zertheilter, sehr zäher, fetter Thon von gewöhnlich gelber oder gelbbrauner, bisweilen aber auch dunkelblaulicher Farbe (sogenannter Knick) den Hauptgemengtheil der Marschen; ja, in jungen Marschen, welche entweder noch gar nicht oder doch erst kurze Zeit eingedeicht worden sind, tritt derselbe häufig sogar als ihr alleiniges Bildungsmittel auf.

Kurze Zeit nach seiner Abschlämmung erscheint er in der Regel sehr schlammig und angefüllt mit im Wasser löslichen Meeressalzen. Durch diese wird er gewissermaassen das Anlockungsmittel und die Hauptheimath für die sogenannten Strandsalzpflanzen, so der *Salicornia herbacea*, des *Triglochin maritimum*, *Chenopodium maritimum*, der *Arenaria maritima*, des *Scirpus maritimus* u. a. Aber gerade durch diese Pflanzen wird er auch bald geniessbar für andere Gewächse gemacht, indem dieselben ihm einerseits eine grosse Menge der für andere Gewächse ungeniessbaren Salze entziehen und andrerseits durch ihre verwesenden Abfälle Humus spenden. Ausserdem befinden sich

bisweilen in ihm auch zahlreiche vitriolescirende Schwefelkiese, welche ihn so stark mit Eisenvitriol und auch wohl mit schwefelsaurer Thonerde versorgen, dass er für die Pflanzenwelt fast ungeniessbar wird. In diesem Falle erscheint er also höchst unfruchtbar und wird dann — in Ostfriesland »Bettelerde« oder — in den Elbgegenden — »Maibolt« oder »Pulvererde« genannt, weil er längere Zeit an der Luft liegend zu Staub zerfällt. — Werden später über dieser Bettelerde wieder humusreiche Erdschichten vom Wasser abgesetzt, so werden sich diese so lange fruchtbar zeigen, als sie nicht durch zu tiefes Umpflügen mit der unter ihnen lagernden Bettelerde untermischt werden. Endlich erscheint dieser Thon auch oft mit Kalk (welcher unter dem Mikroskope häufig nur aus den Kalkschalen von Polythalamien besteht), so innig untermengt, dass er mergelig wird und den sogenannten Klei, eine schwere, zähe, aber sehr fruchtbare Bodenart bildet. Dies ist namentlich der Fall an dem unmittelbaren Strande des Meeres. Besteht übrigens ein Marschboden nur aus diesem fetten Thone, so wird er in nassen Jahren leicht moorig und in trockenen Jahren so dicht und fest, dass er nur äusserst schwer zu bearbeiten ist. — Gewöhnlich bildet er jedoch den Untergrund der humusreichen Marschen oder ist so innig mit den Humussubstanzen gemengt, dass er seine bösen Eigenschaften nicht geltend machen kann.

c) Wie der fette Thon, so bildet in vielen Fällen auch feiner Sand einen Hauptgemengtheil der Marschen, sei es nun, dass derselbe nur mit den Humussubstanzen allein oder mit diesen und Thon zugleich in den Ablagerungen derselben auftritt.

In den meisten Fällen ist dieser Sand äusserst zart bis pulverig (— oft sogenannter Quell-, Mehl- oder Flugsand —) und wird vorherrschend aus weissen Quarz- und rothen Feldspathkörnchen gebildet; oft aber gesellen sich dazu auch weisse Glimmerschüppchen und schwarze Körnchen von Hornblende, Hypersthen (?) und Magneteisen. Bemerkenswerth erscheint es ausserdem, dass man den Sandgehalt einer Marschbildung oft nicht eher bemerkt, als bis man durch Behandlung derselben mit Natronlauge die Humussubstanzen aufgelöst hat, weil diese letzteren die einzelnen Sandkörnchen wie eine Rinde gewöhnlich ganz umhüllen.

d) Endlich kommen in dem Gemenge der Marschbildungen noch sehr gewöhnlich mehr oder weniger viel Körnchen, Stückchen und Blättchen von kohlensaurem, schwefelsaurem und phosphorsaurem Kalk vor. Die Menge dieser Kalksalze, die zum grossen Theil als Ueberreste von zerstörten Conchyliengehäusen, Korallen, Infusorienschalen oder zermalmten Knochen zu betrachten sind, bleibt sich in-

dessen in einer und derselben Ablagerung nicht immer gleich, indem sie gewöhnlich bald durch die in den Humussubstanzen entstehende Quell- und Quellsatzsäure löslich gemacht und dann von den auf den jungen Marschen sich reichlich ansiedelnden Pflanzen gierig aufgesogen werden. In allem diesen liegt der Grund, warum man in der Regel in dem ganz frischen, noch nicht durch Culturpflanzen besetzten, Marschboden oft 8—12 p. Ct. Kalk und in dem schon längere Zeit cultivirten kaum noch eine Spur desselben findet. — Uebrigens sind die Kalkbeimengungen, ähnlich den Sandkörnchen, häufig so innig mit den Humussubstanzen gemischt oder von diesen umhüllt, dass man ihr Dasein erst bei einer chemischen Untersuchung der letzteren bemerkt.

Ueberhaupt sind alle die eben beschriebenen Gemengtheile in einem vorherrschend aus Humussubstanzen bestehenden Marsch auf eine ganz eigenthümliche Weise mit einander gemischt.

In der Regel nämlich bilden diese letzteren als zarte, schleimig-flockige Häutchen nicht nur um die einzelnen Thonkrümchen und Sandkörnchen geschlossene Rinden, sondern zugleich auch in inniger Mischung mit fein zertheiltem Thon eine Art Bindemittel zwischen all den humusumhüllten Krumen und Körnern. In dieser eigenthümlichen Mengungsweise mag nun auch der Grund liegen, warum die einzelnen Gemengtheile des humusreichen Marschbodens so schwer und so unvollständig durch bloses Schlämmen von einander zu trennen sind.

2) Wie durch ihre Humussubstanzen und durch die eigenthümliche Verbindung dieser letzteren mit ihren mineralischen Gemengtheilen, so sind die Seemarschen auch ausgezeichnet durch einen, — namentlich in ihrem frischen Zustande hervortretenden —, mehr oder minder starken Gehalt an in Wasser löslichen Meeressalzen.

Schwefelsaures Natron, schwefelsaure Magnesia, Chlorkalium, Chlorcalcium, Chlormagnium, vor Allem aber Chlornatrium, — das sind Salze, welche in keinem frisch abgesetzten Seemarschboden, weder in dem humusleeren Knick noch in dem humusreichen Schlick, fehlen und so lange demselben zugeführt werden, als ihn noch die Meeresfluth überfluthen und befruchten kann. Indessen bleibt sich weder ihre Quantität, noch ihre Qualität immer gleich: theils laugt sie Regen- und Meerwasser selbst wieder aus, theils werden sie durch die Humussubstanzen in humussaure Salze umgewandelt, theils werden sie von den — auf den jungen Marschen sich ansiedelnden — Strandpflanzen, vor Allem von den oben schon genannten Salzkräutern gierig aufgesogen. In allem diesen liegt der Grund, warum der Seemarsch stets am reichsten an diesen Salzen ist, so lange ihn noch die Meereswoge bespülen kann und das Pflanzenleben sich seiner noch nicht ganz bemächtigt hat, warum er ärmer an diesen Salzen erscheint, wenn jene Salzflora auf ihm abnimmt; warum er endlich kaum

noch Spuren von denselben zeigt, wenn er eine Zeit lang den Ernährer von Culturgewächsen hat abgeben müssen.

3) Chemische Analysen von Seemarschen. Die eben erwähnten Veränderungen, welche die Seemarschen im Verlaufe der Zeiten namentlich durch die Pflanzenwelt erleiden, würde man am sichersten erfahren, wenn man die Erdkrume einer und derselben Marschbildung von Zeit zu Zeit chemisch untersuchte. Da dieses aber leider — wenigstens nach meinem Wissen — bis jetzt nicht in der wünschenswerthen Vollständigkeit geschehen ist und auch nur von solchen Chemikern ausgeführt werden kann, welche Gelegenheit haben, eine solche Marschbildung von dem Anfange ihres Wachsthumes an wiederholt untersuchen zu können, so muss ich mich vorerst begnügen einzelne Analysen von verschiedenen, theils noch nicht cultivirten, theils schon länger in Cultur befindlichen Marschen anzuführen. Demzufolge giebt die Analyse

Nr. 1. den chemischen Bestand von 100,000 Theilen eines noch in der Bildung begriffenen Seemarschbodens bei Freiburg im Lande Köhdingen an der Unterelbe;

Nr. 2. den chemischen Bestand von 100,000 Gewichtstheilen des 6 bis 12 Fuss mächtigen Seemarsch aus dem Heinigpolder in Ostfriesland, welcher im Jahre 1836 schon seit 70 Jahren fortwährend das schönste Getreide ohne Düngung getragen hat;

Nr. 3. den chemischen Bestand von 100,000 Theilen Bettelerde von Greatsiel in Ostfriesland, wo diese Erde den höchst unfruchtbaren Untergrund eines 1 Fuss dicken humusreichen Seemarsch bildet;

Nr. 4. endlich den chemischen Bestand von 1498 Theilen eines holsteinischen Seemarsch (nach Pfaff).

	Nach Sprengels Bodenkunde.		
	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.
Quarzsand und Kieselsäure	59,358	64,800	76,692
Thonerde	7,300	5,700	7,514
Eisenoxyd und Eisenoxydul	3,500	6,100	6,720
Manganoxyde	0,210	0,090	0,400
Kalkerde	6,000	5,880	0,881
Magnesia	3,000	0,840	2,110 (mit SiO^3)
Kali- und Natronsalze (löslich)	0,047	0,603	0,471 (mit SiO^3)
Phosphorsäure, mit CaO verbunden	0,280	0,430	Spur
Schwefelsäure, mit CaO verbunden	0,190	0,210	—
Schwefelsäure, mit FeO verbunden	—	—	2,108
Chlor, im Chlornatrium	0,018	0,201	—
Humus	9,100	8,140	3,104
Stickstoffsubstanzen	2,950	1,582	—
Kohlensäure und etwas Wasser	8,020	3,920 (mit CaO)	—
Wasser	—	1,504	—
	100,000	100,000	100,000

Nr. 4.

Kieselerde	1288	Theile
Thonerde	59	„
Eisenoxyd	44	„
Kohlensaurer Kalk	14	„
Gyps	15	„
Humus	21	„
Wasser	57	„

4) Gliederung und Mächtigkeit der Seemarschbildungen. Aus den bis jetzt gegebenen Mittheilungen über die Gemengtheile der Seemarschen ergiebt sich zunächst, dass man unter diesen Bildungen unterscheiden muss:

a) je nach ihrer Hauptbestandesmasse

α) humusarme, vorherrschend aus Thon bestehende und zwar

1) fast aus reinem fettem Thone (Knick),

2) aus sandigem und kalkigem Thone (Klei) zusammengesetzte Marschen;

β) humusreiche, aus einem innigen, zartkörnigen Gemenge von Thon, Sand und Humussubstanzen (Schlick) bestehende Marschablagerungen;

b) je nach ihren Hauptablagerungsorten:

α) Strandmarschen (Salzwassermarschen), welche an flachen Stellen des Meeresstrandes nur aus Absätzen des Meereswassers entstehen, eine grosse Menge stickstoffhaltiger Humussubstanzen, aber wenig Infusorienreste enthalten und reich an Seesalzen sind, so dass sie die wahre Heimath der früher genannten Strandpflanzen bilden;

β) Mündungsmarschen, welche durch die Wechselwirkung des Meereswassers auf das Flusswasser theils innerhalb der Strommündungen an den Ufern der Ströme (Stromufermarschen), theils in oder ausserhalb dieser Mündungen (eigentliche Mündungsmarschen) entstehen und bald als Deltainseln, bald als Vergrösserungen des Meeresstrandes auftreten. Unter ihnen nähern sich

1) die Stromufermarschen (eigentlich noch Süsswassermarschen), welche mehr landeinwärts an den Ufern im Unterlaufe der Ströme lagern und hauptsächlich durch Zurückstauung der Ströme durch die auf sie eindringende Meeresfluth entstehen, in ihrer Zusammensetzung mehr den eigentlichen Flussmarschen, bestehen vorherrschend aus Flussschlick, haben ein etwas gröberes Korn, geringeren Gehalt an Seesalzen und zeigen in Folge dessen auch nur wenig Strandpflanzen;

2) die eigentlichen Mündungsmarschen (Brackwassermarschen) dagegen, welche durch eine wahre Mischung des Meerwassers mit dem Flusswasser in oder vor der Mündung der

Ströme gebildet werden, in ihrer Zusammensetzung und Strandflora den eigentlichen Strandmarschen, sind aber viel reicher an Infusorienschalen als diese, weil das Süsswasser der Ströme diese Geschöpfchen tödtet.

Alle die unter b) beschriebenen Seemarschformationen bestehen nun in ihrer ganzen Ablagerungsmasse aus einem und demselben Bildungsmateriale (daher »Knick-, Klei- und Schlickmarschen«), oder, was gewöhnlicher ist, in ihren unteren Lagen aus humusarmem Knick oder Klei, in ihren oberen Lagen aber aus humusreichem Schlick. Oft aber zeigen sie auch eine sich mehrfach wiederholende Wechsellagerung dieser beiden Marschbildungen; ja, hie und da bildet sogar Schlick die Unterlage und Knick oder Klei die Decke. Die Sohle aller Marschbildungen aber besteht in der Regel aus grobem Meeressande oder auch geradezu aus Anhäufungen von Steingeröllen, hie und da jedoch auch aus Diluvialtorf oder sogenanntem Darg; ja, dieser letztere kommt sogar bisweilen in Wechsellagerung mit wahren Marschlagerungen vor.

Einzelne specielle Beispiele, welche meist aus Arends phys. Gesch. Bd. I. entlehnt sind, werden die eben angegebene Gliederungsfolge in den Marschablagerungen bestätigen:

1) In den Warfen (Sandhügel) von Ostfriesland fand man von oben nach unten:

Klei	10 bis 14	Fuss	mächtig
Knick	2 bis 3	,,	,,
Klei	15 bis 18	,,	,,
Darg	6 bis 15	,,	,,
Sand oder Lehm	2 bis 12	,,	,,

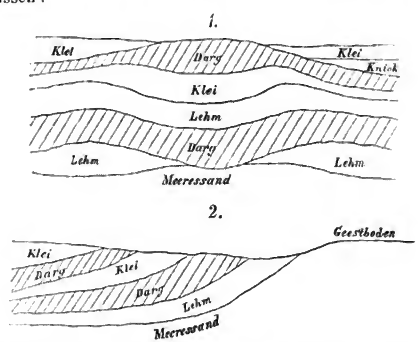
die Sohle des Ganzen bestand aus Geest, d. i. Diluvialsand.

2) Zu Campen unweit Emden lagert unter einer 44 Fuss mächtigen Ablagerung von Klei Darg mit einer Mächtigkeit von 10 bis 12 Fuss und unter diesem Geest.

3) Zwei Stunden westlich von Emden zeigte ein Bohrloch von oben nach unten:

Marsch	13	Fuss	
Darg	4	,,	
Sohlband	1	,,	(bituminöser Sand)
Marsch	1	,,	
Darg	2	,,	
Sohlband	1	,,	
Marsch	1	,,	
Darg	1	,,	
Marsch	2	,,	
Darg	3	,,	
Sohlband	1	,,	

4) Nach Dr. Prestel (»Ueber den Boden der Provinz Ostfriesland« in der allg. deut. naturhistor. Zeitung, II. Jahrgang, 1. Heft 1847) erscheinen in Ostfriesland die Marschen in folgenden Lagerungsverhältnissen:



Bedenkt man, dass der Dargtorf entschieden aus Landpflanzen gebildet worden ist, während die mit ihm wechsellagernden Marschbildungen ebenso entschieden durch das Meerwasser abgesetzt worden sind, so muss man, um diese Wechsellagerungen sich erklären zu können, annehmen, dass das ostfriesische Land abwechselnd von den Meeresfluthen überfluthet worden, also bald trocken gelegtes Land, bald auch wieder Meeresboden gewesen sein muss. Ebenso deutet überhaupt die aus Landpflanzen bestehende Sohle der meisten holländischen und friesischen Marschbildungen darauf hin, dass diese Gegenden nach der Periode der Dargbildungen sich unter den Meeresspiegel gesenkt haben müssen, denn sonst hätte das Meer auf ihnen keine Marschen absetzen können.

5) In dem Lande Köhdingen und Hadeln an der untern Elbe lagert

der humusreiche Marsch 1 bis 5 Fuss mächtig
auf Pulvererde . . . . . 6 bis 10 ,, ,,

6) An den Küsten von Friesland kommen aber auch Hochmoore auf ächten Marschablagerungen vor.

7) Interessant sind die Marschablagerungen, welche Zimmermann an der Elbinsel Grasbrook bei Hamburg beobachtete. Er fand in dieser Insel Muschellager von ½ bis 1½ Fuss Mächtigkeit, welche durch 8 Zoll dicke Zwischenlager von Marschklei getrennt sind. Die oberste Schicht enthält nur Flussmuscheln, gemengt mit Trümmern von

Mauersteinen und Töpfergeschirr. Die zweite Schicht enthält nur wenige Bruchstücke von Backsteinen; aber unter den dicht auf einander liegenden Flussmuscheln schon viele Brackwassermuscheln. Unter dieser Muschelbank liegt eine Schicht Marschklei und darunter eine 1 Fuss dicke Schicht von zertrümmertem Eichen- und Fichtenholz, welche das unterste bis jetzt aufgeschlossene Muschellager bedeckt. In diesem befinden sich neben den vorherrschenden Flussmuscheln auch viele — herbeigefluthete — Seemuscheln.

Aus diesen Muschelablagerungen folgert nun Zimmermann, dass vor dem Absatze der oberen Bänke das Meer der Insel noch so nahe war, dass Seemuscheln auf dieselbe gespült werden konnten, während jetzt die höchsten Sturmfluthen keine Seemuscheln mehr heraufführen; dass sich die Elbe einst zwischen Hamburg und Harburg in einem Busen der Nordsee mündete und dass die vielen Elbinseln einst Sandbänke, von einer Deltabildung herrührend, waren. (Vgl. Neues Jahrb. d. Miner. 1852, S. 193.)

Die Mächtigkeit sowohl der einzelnen Marschablagerungen wie der ganzen Marschformationen ist sehr verschieden und lässt sich nur da mit einer gewissen Bestimmtheit angeben, wo eine Marschformation der Einwirkung des Wassers ganz entzogen ist. Aber selbst da ändert sich noch die Mächtigkeit der einzelnen Schichten, vorzüglich der humusreichen, indem dieselben einerseits sich nach und nach mehr verdichten oder »setzen«, und andrerseits ihres Humus durch weitere Zersetzung und Auflösung desselben beraubt werden.

Indessen geben doch die im Vorigen angeführten Beispiele einigen Begriff von der Mächtigkeit fertiger Marschbildungen.

Wie man aus diesen Beispielen ersieht, können einzelne Ablagerungen derselben eine Mächtigkeit von 1 bis 50 Fuss erreichen, ohne eine Aenderung in dem Mischungsverhältnisse ihres Gemenges zu zeigen; die durchschnittliche Mächtigkeit solcher einzelnen Marschablagerungen jedoch soll nach mehrfachen Untersuchungen 10 bis 20 Fuss (?) betragen.

5) Hauptablagerungsorte. Die Hauptablagerungsorte der Seemarschen an Europa sind, wie oben schon angedeutet worden ist, die Westküsten Hollands, Deutschlands und Holstein-Jütlands.

a) Ueber die ostfriesischen Marschen theilt Arends (a. a. O.) Folgendes mit:

»Der Marschboden ist niedriger und ebener, wie der Sand, doch nicht ganz flach und etwas wellenförmig, kleine Anhöhen, theils aus Sand, theils auch aus Klei bestehend und dann Warfen genannt, erheben sich zu 3 bis 10′ hohen Hügeln, welche durch Strömungen bei der Bildung des Bodens hervorgebracht sein werden. Die Marschländereien sind in Hinsicht ihrer Tragbarkeit höchst verschieden und

zeigen bald das herrlichste Polderland, das ohne Dünger jährlich die köstlichsten Früchte bringt, theils sehr magern Knickboden. Die alte Marsch, die vor länger als 700 bis 800 Jahren gebildet ist, zeigt 2 Hauptverschiedenheiten des Bodens, den Klei oder schweres Marschland und das leichte, oder erdartige Land, beide mit Humus gemengt, der die Oberfläche bildet. Unter ihnen liegt der Untergrund, der den Boden bedingt und bei verschiedener Mächtigkeit auch verschiedene Schichten zeigt, die oft in kleinen Entfernungen sehr verschieden sind. Hier unterscheidet man vorzüglich den Darg, der gewöhnlich zu unterst liegt, aus einer gelbbraunen torfigen Masse mit vegetabilischen Resten besteht, meist wenig zum Brennen taugt und an der Luft mit der Zeit zu einer schwarzen Erde zerfällt. Ihm folgt häufig der Knick, eine harte, thonige, vitriolische, unfruchtbare Erdart, oft mit rothen Adern durchwebt; zuweilen dunkelblau ohne Eisenadern, an der Luft in Staub zerfallend (sogenannte Pulvererde), der sehr lange ganz unfruchtbar bleibt. Nächst diesem erscheint Klei, eine helle, thonige Erdart, welche zuweilen Kalk aufnimmt und dann Lehm genannt wird. Diese mergeligen Schichten erscheinen sehr häufig und führen viele Conchylien-Reste.

Die unmittelbaren Ufer des Meeres, der Flüsse und der Binnencanäle werden von einem schweren sehr fruchtbaren Klei gebildet, welcher zähe, schwer, bindend ist und mit grosser Vorsicht behandelt werden muss. Weiter die Flüsse herauf wird er humoser und weniger kleiig, ohne an Fruchtbarkeit abzunehmen; weiter vom Ufer entfernt wird er aber leichter und bildet das Meedland.

Das neue Marschland oder Neuland, Polder oder auch Groden genannt, ist meist schmal, selten eine Stunde breit und hat 6 bis 12 Fuss Tiefe. Der Boden desselben ist sehr fett, milde, humusreich, kalkig und höchst fruchtbar. Es vergrössert sich noch fortwährend vor unseren Augen . . . . .« —

b) Die Marschen Schleswig-Jütlands dagegen beschreibt Forchhammer (in dem Jahrb. der Mineral. 1841, S. 29 u. ff.) in folgender Weise:

»Hinter der Vormauer von älterem höherem Lande, welche von Hjerting über die Insel Fanöe, Manöe, Römöe, Sylt, Föhr, Amrum und die Kupferfelsen von Helgoland zieht, geht die grosse Wattenbildung vor sich, theils als Sandbänke, theils als Marsch. Die älteste Sandmarsch schliesst sich an die innerste Dünenkette des Landes, und diese Dünenkette, welche im Herzogthum Schleswig weit von dem jetzigen Meere liegt, bezeichnet den ehemaligen Strand vor der Marschbildung. Sie verschwindet jetzt täglich mehr durch die Cultur, und nach 50 Jahren wird vielleicht kaum eine Spur mehr davon übrig seyn; allein sie ist an manchen Stellen 4 bis 5 Meilen von der äusseren Dünenkette

entfernt. An diese schliesst sich die alte Sandmarsch. Sie besteht nur aus Sand, allein sie zeigt eine ganz auffallende Fruchtbarkeit, gerade wie jene schon früher erwähnten grossen Sandebenen in Vensyssel. Dann kommt die eigentliche Marsch, die bald auf sehr glimmerreichem Sande aufruht, bald auf festem Moor, bald auf fliessendem Moore, und an vielen Orten fällt der Erdbohrer, nachdem er 6, 8, 10, 12′ durch den festesten Marsch-Thon gebohrt ist, plötzlich 20 bis 30′ hinab und erreicht dann erst den festen Sandboden. Diese auf schwarzem moorigem Wasser schwebende Marsch zeigt das grosse Phänomen einer Senkung ganz unabhängig von plutonischen Ursachen. Die Wilster- und Kremper-Marsch sinken fortwährend, obgleich sehr langsam; und an Orten sieht man jetzt Kirchthürme über die Deiche weg, die früher von denselben verdeckt wurden, denn der Deich als die schwerere Masse sinkt stärker als die übrige Marsch. Noch immerfort bildet sich neue Marsch, indem jede tägliche Fluth, mit fein ausgeschlämmtem Thon überladen, eine dünne Schicht von Marsch-Thon (Schlick) absetzt. So erhöht sich das Land nach und nach, bis am Ende der Queller (*Salicornia herbacea*) erscheint, eine Pflanze, die durch ihre steifen horizontalen Aestchen das Wasser vollkommen beruhigt und die Anschlickung befördert. Wo einmal Thon-Boden ist, setzt der Schlick sich sehr leicht an; dagegen haftet er nicht auf den Sandkörnern, die bei dem Zurücktreten der Fluth eine rollende Bewegung annehmen und den Thon wieder mit dem Wasser wegschlemmen lassen.

Der tägliche Zuwachs dieser Marschbildung ist sehr verschieden, aber immer sehr geringe. Es giebt Stellen, wo ein halbes Jahrhundert vergehen mag, ehe der Zuwachs 1′ beträgt, während an anderen Orten dieselbe Erhöhung des Bodens in 6 bis 8 Jahren vor sich geht. Es liegt in der Natur der Sache, dass die Periodicität dieser Bildung, die von dem regelmässigen Wechsel der Ebbe und Fluth abhängt, sich in einer Art Schichtung äussern muss, indem der abgesetzte Thon während der Ebbe eine gewisse Festigkeit erlangt, und die neue Fluth, welche mehre Stunden lang den Boden bedeckt, die gröberen Theile zuerst und später die feineren absetzen muss. Auch der Unterschied zwischen Herbst- und Winterfluthen auf der einen Seite und Sommerfluthen auf der anderen drückt sich in der abgesetzten Masse aus, indem die stärkere Herbstfluth mehr und gröberes Material mit sich führt. Eine einfache Berechnung ergiebt, dass jene Schicht, die 50 Jahre bedurfte, um einen Fuss zu wachsen, das Resultat von 35,000 Bildungs-Perioden (Fluthen) seyn muss, dass jene in 8 Jahren gebildete Schicht ungefähr 6000 Fluthen ihren Ursprung verdankt, und dass jede dieser Fluthen in dem Absatze selbst Anlass zu einer Trennung geben musste. Es kommt also nur darauf an, zu zeigen, dass die Marscherde in ihrem

Inneren wirklich eine den Fluthen entsprechende Schieferung hat, um eine grosse Analogie zwischen der jetzigen Marschbildung und den älteren Bildungen von dem Thonschiefer und Schieferthon bis zum schiefrigen Thone nachzuweisen, und dann würde unläugbar auch der angewandte Schluss für richtig erkannt werden, dass nämlich die Periodicität in den Bildungsursachen jener älteren Gesteine, welche die Schieferung derselben verursachte, in dem Wechsel von Ebbe und Fluth zu suchen sei«.

An den Küsten der Ostsee dagegen finden sich keine Marschformationen, obgleich dieselben flache Stellen genug haben, auf denen sie sich absetzen könnten und auch die in dieses Binnenmeer mündenden Ströme Schlamm genug mit sich führen. Der Grund hiervon mag einerseits in dem Mangel einer Fluth, welche täglich auch aus weiten Fernen her Material zur Bildung herbeiführt, und einer Ebbe, bei welcher die Meeresfluthen ihren Schlamm auf dem Strande absetzen müssen, andererseits in den Strömungen, welche parallel mit den Gestaden hinstreichen und so den von den Strömen herbeigefluthelen Schlamm mit sich fortreissen, endlich aber auch wohl in der geringeren Menge von solchen Seethieren, welche vorzüglich zur Marschbildung die Humussubstanzen geben, liegen.

Nach Ehrenbergs Untersuchungen, welche er 1839 im Hafen von Wismar anstellte, werden in diesem Hafen jährlich 64,800 Centner (à 100 Pf.) oder 64,800 Kubikfuss Schlamm gebaggert. Nur $^1/_{10}$ des Volumens dieses Schlammes besteht aus kieselschaligen Infusorien; dieselben tragen also zu der ganzen Schlammmasse jährlich 64,800 Kubikfuss oder 45 Schachtruthen bei, was aber im ausgetrockneten Zustande nur $^1/_{40}$ des angegebenen Maasses beträgt.

Ebenso, und wahrscheinlich aus denselben Gründen, sind auch die Küsten des Mittelmeeres durchweg arm oder ganz leer an Marschbildungen, wenn man nicht etwa die üppigen Ländereien im Po-Delta, deren Verlängerung nach Prony in den letzten 200 Jahren 210 Fuss beträgt, wenigstens für alte Marschen halten will. Dagegen möchten wohl die schon im §. 6. erwähnten Peressips an den Mündungen der sich ins Schwarze Meer ergiessenden Ströme Russlands eine Art von Mündungsmarschen sein.

6) Das Alter der in der Gegenwart fertig gebildeten Marschformationen lässt sich im Allgemeinen nur schwer bestimmen, da gerade diese Formationen nur selten in ihrem Schoosse deutliche Denkmäler der Vergangenheit tragen; doch möchten wohl die meisten der gegenwärtigen Erdrindebildungsperiode angehören. Eine Ausnahme hiervon machen indessen diejenigen dieser Formationen, welche entweder unter dem Darg oder in Wechsellagerung mit dieser entschieden der Diluvialperiode angehörigen Torfbildung vorkommen.

§. 33. **Die Teichmarschen.** — In stehenden Binnengewässern, in welche Flüsse oder Bäche münden, oder welche so nahe an Flüssen liegen, dass diese bei Ueberfluthungen sich in sie ergiessen, bilden sich abwechselnde Lagen von Mineralschutt und mineralisch-humosem Schlamm. Die erstgenannten dieser beiden Lagenarten bestehen in der Regel aus feinsandig-thonigen (lehmigen) und mergeligen Erdmassen; die letzteren dagegen aus einem innigen Gemische von diesen Erdsubstanzen, amorphen Humusstoffen und feinzertheilten organischen Körperresten, unter denen einerseits Blatt-, Stengel- und Wurzelreste von Wasserpflanzen (namentlich von Schilfen, Wasserlinsen, Tannenwedel und Conferven) und andererseits — oft in überwiegender Menge — Infusorienschalen zu bemerken sind. Im Verlaufe der Jahre nehmen diese Ablagerungen so zu, dass sie vorzugsweise in kleineren, flacheren Landseeen (sogenannten Teichen) eine dick aufgequollene Schlammmasse bilden, über welche nur noch eine wenige Zoll hohe reine Wasserschicht steht. Alsdann siedeln sich auf ihnen Sumpfgewächse verschiedener Art, vorzüglich aus der Familie der Cypergräser, an und geben nun diesen schlammerfüllten Seeenbecken das Ansehen von Rieden, Sümpfen oder Mooren, ohne doch wirklich solche zu sein, da sie nie wahren Torf und auch nie selbstständige, nur aus zersetzten Pflanzenresten bestehende Lagen besitzen, sondern stets aus Ablagerungen des oben angegebenen Gemisches von Erd- und Humusschlamm bestehen.

Im frischen durchnässten Zustande reagirt diese Schlammmasse sauer und entwickelt einen starken Geruch nach fauligen Fischen; ist sie aber an der Luft ganz ausgetrocknet, so verschwindet sowohl die saure Reaction, wie auch der faulige Geruch; sie zerfällt alsdann zu einer rauchbraunen oder schwarzgrauen, zartkrumigen bis staubigen Erde, welche äusserst fruchtbar ist und deshalb vielfach als Dünger für sandige oder kalkreiche Aecker benutzt wird. Beim Glühen in einem Kolben entwickelt sie Wasser, Kohlensäure, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas, brenzliches Oel und Ammoniak nebst etwas Brenzsäure; beim Glühen an der Luft aber erleidet sie nach gehöriger Austrocknung unter Entwickelung eines ammoniakalischen und bituminösen Geruches einen Gewichtsverlust von 20 bis 25 p. C., indem ihr Humusgehalt als Kohlensäure entweicht. Wird der beim Glühen übrig gebliebene weissgraue oder bräunlich erdige Rückstand geschlämmt und mit Säuren untersucht, so zeigt er sich als ein Gemenge von feinem bis pulverigem — aus Kieselerde und kohlensaurem Kalke bestehenden — Sand und fettem Thon oder Mergel.

Bemerkung. Man nimmt gewöhnlich an, dass die Humussubstanzen, welche im Teichschlamm enthalten sind, torfartiger Natur seien. In stehenden Wasserbecken, welche gar keinen Zufluss von fliessendem Wasser haben, ist dies auch in der That der Fall; in Seeen und Teichen aber,

welche fortwährend von frischem, Sauerstoff-haltigem Flusswasser gespeist werden, — sicher nicht; denn der Sauerstoff, welcher durch dieses Flusswasser unaufhörlich zugeführt wird, reicht aus, um die in den Seeenbecken alljährlich zu Grunde gehenden Organismenreste in wahre Humussubstanzen umzuwandeln. Ich habe vielfach solchen Teichschlamm untersucht und in ihm ausser einer fast nie fehlenden meist bedeutenden Menge von Infusorien, ein Gemisch von Ulmin, Geïn und Humin nebst humussaurer (quell- und quellsatzsaurer) Ammoniakerde, aber nie wahre Torfsubstanz gefunden. (Vgl. hierzu Cap. I. §. 15.) Schon Sendtner deutet auf dieses Verhältniss hin, wenn er (a. a. O., S. 645) sagt: »Nicht jedes Moor erzeugt Torf. Am Kochelsee ist der dem See angrenzende Theil des Moores, dessen Vegetation vorzugsweise aus Schilf (*Phragmites communis*) besteht, ohne Torfbildung. Das Eidinger Moos und der Riederfilz bei Wasserburg entbehren grossentheils des Torfes«.

Werden solche morastige Wasserbecken durch Abzugscanäle vollständig entwässert, dann trocknen ihre Schlammablagerungen von oben nach unten allmählich aus und lassen nun an den Seitenwänden der Abzugscanäle häufig mehr oder minder deutliche Schichten bemerken, welche aus abwechselnden helleren, gelblich- oder weisslichgrauen, humusarmen, sandigthonigen oder thonmergeligen und grauschwarzen, humusreichen Lagen bestehen und lebhaft an den Schichtenwechsel mancher Lettenkohlenformation erinnern.

Nirgends habe ich diesen Schichtenwechsel deutlicher gesehen, als in einem trocken gelegten Teiche bei Madelungen (½ Meile nördlich von Eisenach). In diesem Teiche zeigte die ausgetrocknete, 2½ Fuss mächtige, Schlammablagerung abwechselnd 5 gelbgraue und 5 schwarzgraue Schichten, von denen die gelbgrauen 4 bis 6 Zoll, die schwarzgrauen ½ bis 2 Zoll mächtig waren. Dabei erschien die ganze Schichtmasse von senkrecht stehenden Schilfstengeln durchwachsen, deren poröse Markmasse ganz von schwarzem Schlamme durchzogen war. Es befanden sich also in diesem Schlammlager abwechselnd humusarme und humusreiche Lagen, ein Wechsel, welcher sich leicht erklären lässt, wenn man weiss, dass der in diesen Teich sich ergiessende Bach während des Sommers nur sehr klein ist und dann nur sehr wenig feinzertheilten Schlamm mit sich führt, in regen- oder schneereichen Wintern aber sehr anschwillt und dann viel thonig kalkigen Schlamm in seinen Mündungsteich fluthet.

Capitel III.

Moor- und Torfbildungen.

§. 34. **Im Allgemeinen.** Wenn irgendwo die Bodenfläche so beschaffen ist, dass auf ihr sich Wasser bleibend ansammeln kann, so bilden sich auf derselben sogenannte stehende Gewässer. Sind diese stabilen Wasseransammlungen so seicht, dass gesellig wachsende Pflanzen, welche auf der überflutheten Bodenfläche ihren bleibenden Wohnsitz aufschlagen — z. B. Wassermoose, Sumpfgräser, Haiden — mit ihren beblätterten und Frucht tragenden Gliedmaassen noch über die Oberfläche der Wasserdecke während ihres Lebens so hervorragen können, dass sie diese Wasserdecke unter den gewöhnlichen Verhältnissen mehr oder weniger verbergen und hierdurch gegen die Verdunstung schützen, so entstehen aus der Vermischung der Fäulnissproducte dieser Gewächse mit dem Wasser, welches sie bedeckt und durchdringt, jene eigenthümliche Schlammwasseransammlungen oder Mittelstufen zwischen Land und Wasser, welche man je nach der grösseren oder geringeren Quantität ihrer Wassermenge und der in ihnen vorherrschend wachsenden Pflanzen Moore, Möser (in Bayern und der Schweiz), Lohden (in der Oberpfalz), Riede (in Schwaben und Thüringen) oder auch wohl Brüche (wenn sie mit Bäumen, z. B. Erlen, bewachsen sind) nennt.

Da diese eigenthümlichen — schlechthin Moore genannten — Wasseransammlungen in der Regel der Sitz der mächtigsten Torfablagerungen sind, verdienen sie eine nähere Betrachtung. Hierbei haben wir dreierlei ins Auge zu fassen:

1) die Bildungsorte der Moore selbst,
2) die Quellen des sich auf denselben sammelnden Wassers und
3) die auf denselben wachsenden Pflanzen.

§. 35. Was zunächst die Bildungsorte der Moore betrifft, so müssen sie nach dem Obigen im Allgemeinen so beschaffen sein, dass sich auf ihnen Wasser nicht nur ansammeln, sondern auch dauernd erhalten kann. Diese Beschaffenheit besitzen sie,

1) wenn sie eine solche Lage haben, dass

a) das auf ihre Oberfläche gelangende Wasser nicht abfliessen kann, wie dies bei ebenen, rings von Landeserhöhungen umwallten, oder bei geneigten, aber an ihren niederen Stellen von quervorliegenden Hügelreihen eingedämmten Flächen der Fall ist;

b) unaufhörlich Wasser in oder auf ihre Bodenmasse gelangen kann, wie dies z. B. bei sandigen oder stark mit Verwesungssubstanzen versehenen Ufergeländen vieler Flüsse und Seeen oder hinter den am Ende der Gletscher lagernden und unter dem Namen der Moränen allbekannten Steinwällen geschieht. — Nach Gastaldi sind auf diese Weise die meisten Torfmoore Piemonts durch Moränen gebildet worden. Ja, nach diesem Beobachter sollen selbst die prächtigen Seeenspiegel des Laco Maggiore, Comer- und Gardasees solchen Moränen ihre Entstehung verdanken;

c) die Sonnenstrahlen sie wenig oder nicht bestreichen und also auch nicht das auf ihnen stagnirende Wasser zur Verdunstung reizen können. In tiefem Schatten liegende, bewaldete Flächen bleiben selbst in heissen Sommern nass, zumal wenn sie mit vielen Laubabfällen dick bedeckt sind;

d) die Wärme der Sonnenstrahlen, auch wenn diese lange Zeit senkrecht einen Landstrich bescheinen, gemindert wird durch zahlreiche Wärme verschluckende Massen, wie z. B. durch grosse Wasserflächen, Schneefelder und gewaltige Gletscher. Durch diese Massen wird nicht nur fort und fort eine grosse Menge Wärme verschluckt, sondern auch in Folge davon eine grosse Menge Nebel und Thau erzeugt, welcher nun seinerseits wieder Wärme verschluckt und hierdurch das Klima einer an sich warm gelegenen Gegend so stark heruntergedrückt, dass sie trotz ihrer Lage selbst in heissen Sommern kühl erscheint. Diese Abkühlung einer Gegend durch Gewässer, Schneefelder und viele und starke Nebel nimmt unter sonst gleichen Verhältnissen zu, je höher ihre Lage auf Gebirgen oder je weiter sie vom Aequator nach dem Nord- oder Südpol hin gelegen ist;

e) die Dauer der Zeit, in welcher die Sonne senkrecht einen Landstrich bescheint, also die Zahl der Sommermonate nur gering ist, im Verhältnisse zu der Zeitmenge, in welcher die Sonnenstrahlen nur schräg einen Landstrich berühren; daher nimmt die Zahl und Grösse der Moore zu, je weiter man sich vom Aequator entfernt und den kalten Erdstrichen nähert.

Aus allem diesen folgt, dass

α) die wahre Heimath der Moore die nördliche gemässigte Zone, vorzugsweise in dem wasserreichen Europa und Nordamerika ist, während

β) in der warmen und heissen Zone die Moore entweder auf den Hochplateaus der Gebirgsgipfel oder in den mit undurchdringlichen Wäldern bedeckten Landstrichen in der nächsten Umgebung der grossen Ströme vorkommen.

2) wenn Landstriche eine solche Oberflächenform besitzen, dass das auf ihnen sich ansammelnde Wasser stehen bleiben muss. Becken- oder muldenförmige Vertiefungen in der Erdoberfläche zeigen ebenso wie die Wellenthäler zwischen den Dünenwällen diese Form der Oberfläche und sind darum auch der gewöhnliche Sitz von Mooren, zumal wenn die unter 1) angegebenen Verhältnisse der Lage es befördern;

3) wenn die Sohle oder der Untergrund eines an sich zur Moorbildung geeigneten Landstriches aus einer Masse besteht, welche das Wasser nicht durchsintern lässt.

Dies findet nun namentlich statt:

a) wenn diese Sohle aus einer festen, nicht von niedersteigenden Rissen oder Spalten durchzogenen, Felsplatte, oder

b) wenn sie aus Thon gebildet wird.

Es kann indessen auch eine an sich das Wasser durchlassende Sohle, z. B. Sand oder Kies, mit der Zeit zur Moorbildung geeignet werden:

a) wenn sie sich allmählich mit einer Mineralmasse überzieht oder sättigt, welche an sich undurchdringlich ist. In Südbayern wird dies nach Sendtner durch den sogenannten Alm, eine eigenthümliche Art Kalktuff, welche sich aus kalkhaltigen Gewässern absetzt und im nassen, schlammigen Zustande ganz wasserdicht ist, vollbracht. In den Sandebenen Norddeutschlands aber wird dies im Zeitverlaufe durch den fetten, thonigen Schlamm (Knick), welchen die Ströme bei ihrem Uebertreten auf den Ufergeländen absetzen oder mit welchem sie den sandigen Boden durchsintern und sättigen, herbeigeführt. Schon während des ruhigen Laufes dieser Ströme dringt ihr Wasser seitlich in die lockeren Ufermassen ein und sättigt sie allmählich auf weite Strecken hin mit diesem fetten, undurchlässigen Schlamme;

b) wenn sie in kühlen Jahren bei an sich feuchter Lage mit Wassermoosen und anderen die Nässe zusammenhaltenden Pflanzen bebedeckt werden, wie wir weiter unten noch näher erörtern wollen.

Eine solche das Wasser durchlassende Sohle kann aber auch an sich schon zur Moorbildung geeignet sein, wenn sie entweder einen undurchlässigen, aus Fels oder Thon bestehenden Untergrund hat, oder von Quellen (sogenanntem Bodenwasser) fortwährend durchsickert wird.

§. 36. Die im vorigen §. beschriebenen Bildungsorte der Moore empfangen ihr Wasser theils durch atmosphärische Niederschläge, theils durch Flüsse und Seeen, theils durch Quellen und Erdfälle, theils auch aus Schnee- und Eisfeldern.

a) Unter den atmosphärischen Niederschlägen bringen Schnee und Regen, vorzüglich in muldenförmigen Bodeneinsenkungen, welche eine undurchlässige — namentlich thonige oder humusreiche — Sohle und eine beschattete oder kühle Lage haben, stehende Wasseransammlungen

hervor, welche Moorbildungen veranlassen können, zumal wenn sie im Herbste oder Winter, mit einem Worte in der kühlen Jahreszeit, vor sich gehen; denn in dieser Zeit saugt sich einerseits die während des Sommers durch die Verdunstung ihres Wassergehaltes ausgetrocknete thonige Sohle am gierigsten voll Wasser, und können sich andererseits die nicht nur Wasser ansaugenden, sondern auch dasselbe fest zusammenhaltenden Wassermoose am üppigsten entwickeln. Aber auch der Thau und Nebel können in kühlen Lagen viel zur Vermoorung eines Landstriches beitragen, wenn dieser letztere aus Substanzen besteht, welche nicht nur begierig Wasser ansaugen, sondern dasselbe auch festhalten. In dieser Beziehung steht wieder der Thon oben an. Indessen auch der reine Sand vermag durch diese atmosphärischen Niederschläge moorig zu werden, wenn er mit dichten Pflanzenwäldern bedeckt ist, welche das durch Regen, Schnee oder Nebel in ihn gelangende Wasser sei es an der Verdunstung hindern oder durch ihre fauligen Abfälle festhalten. Eigenthümlich ist auch sein Verhalten zum Thau. Keine andere Bodenmasse kühlt sich des Nachts so ab und bethaut sich in Folge davon so stark als der Sand. Hat derselbe nun eine kühle Lage, z. B. an Nordabhängen der Gebirge, so kann er den Thau so in sich ansammeln, dass Wassermoose und andere Nässe liebende Pflanzen sich auf ihm ansiedeln, welche nun erst recht die ihn durchfeuchtenden Atmosphärenniederschläge festhalten und ansammeln. — In Waldbuchten können endlich auch die zahlreichen und in Verwesung begriffenen Baumabfälle viel zur Moorbildung beitragen, indem bekanntlich alle Humussubstanzen die Meteorwasserniederschläge sehr gierig ansaugen und in sich festhalten.

b) Nächst den atmosphärischen Wasserniederschlägen tragen Flüsse und Seeen sehr viel zur Vermoorung ihrer Ufergelände bei, zumal wenn die Bildungsmassen derselben sehr gierig Wasser ansaugen oder leicht vom Wasser zu durchdringen sind. Wie schon im vorigen §. bei den Bildungsorten mit sandiger oder überhaupt durchlässiger Sohle mitgetheilt worden ist, so können die Flüsse und Seeen sowohl bei ihrem Ueberfluthen von oben her, wie auch während ihres gewöhnlichen, ruhigen Zustandes von den Seiten her, oft sogar durch beides zugleich ihre Ufergelände auf mehr oder weniger weite Strecken hin fortwährend nicht nur mit Wasser, sondern auch mit fein zertheiltem Thon- und Humusschlamm so durchziehen, dass dadurch selbst loser Sandboden allmählich thonig, humos und wasserhaltig und in Folge davon zu Moorbildungen geneigt wird. Dieses Eindringen des Wassers von den Seiten her in die Uferländereien findet um so reichlicher Statt, je langsamer einerseits Fliessgewässer sich in ihrem Bette fortbewegen (je geringer also ihr Gefälle ist) und in je grösseren Windungen (Serpentinen) sich dieselben zwischen sandreichen Ufergeländen fortschlängeln. Hinter jeder weit in

ihr Flussbett hineinragenden Halbinsel wird alsdann ihr Wasser angestauet und in Folge davon gewissermaassen durch die nachfolgenden Fluthen in die sie hemmenden Landesmassen der Halbinsel hineingepresst. — In allem diesen liegt der Grund, warum die grossen, abgerundeten Halbinseln, welche in das Bett langsam sich fortwälzender Ströme hineinragen, namentlich an der Donau, Weichsel, Netze, Oder, Spree, Elbe, Weser und Ems trotz ihres sandigen Bodens mehr oder weniger moorig sind. — Auch an den flachen Küsten der Nordsee — z. B. in West- und Ostfriesland — kann man dies überall da bemerken, wo Ströme — z. B. Ems und Weser — sich in das Meer ergiessen und an ihrer Mündung durch die Meereswogen in ihrem Ausflusse gehemmt, also angestauet werden.

c) Nicht minder, wie die Flüsse durch ihr seitlich in die Uferländer einsinterndes Wasser, können auch Quellen und Erdfälle zur Vermoorung eines Bodens beitragen. Was die Quellen betrifft, so ist es bekannt, dass häufig im Untergrunde von Bodenstrecken zahlreiche Quellen ihre Mündungen besitzen. Ist nun ein solcher Untergrund becken- oder muldenförmig, so wird das Wasser dieser Quellen allmählich die ganze, in dem Becken abgelagerte Bodenmasse so mit Wasser durchtränken, dass dieselbe, auch wenn sie aus Sand besteht, endlich moorig wird, zumal wenn sie mit Wald bedeckt ist. (Die so entstandenen Moore nennt man Quellenmoore.) Ganz dasselbe geschieht auch, wenn eine Bodenmasse in der trichterförmigen Vertiefung eines Erdfalles liegt. In diesem Falle kann jedoch diese Bodenmasse auf eine doppelte Weise zur Moorung werden: entweder dadurch, dass durch den Einsturz einer Landesstrecke Wasser, welches sich in einer Höhlung unter dieser Erdrindenmasse befindet, durch diese letztere bei ihrem Niederstürzen in die unterirdische Wasserhöhle emporgequetscht wird und nun die Bodenmasse, welche auf der Oberfläche des entstandenen Erdfalles lagert, durchdringt (wie dies bei den sogenannten »Seelöchern« oder »Teufelskutten« in der nächsten Umgebung des Thüringer Waldes der Fall ist), — oder dadurch, dass in den an sich trockenen und mit einer undurchlässigen Felsunterlage versehenen Erdfall Regenwasser oder Schichtwasser von den Seitenrändern dieses Erdfalles eindringt. Es sind mir mehrere Erdfälle der letztgenannten Art in der Umgebung Eisenachs bekannt, in denen früher fruchtbares Ackerland lagerte, welche gegenwärtig durch solches Regen- und Sinterwasser zu wahren Mooren geworden sind.

Mit den Quellenmooren sind indessen nicht zu verwechseln die quelligen Bodenarten, welche im Gebiete der Sandsteinformationen häufig vorkommen, vorherrschend aus — etwas Lehm- oder Thonhaltigem — Sand bestehen und von Nestern oder kleinen Lagern fetten Thones durchzogen sind. In der Regel sind diese Bodenarten an den

Stellen ihrer Oberfläche, unter denen solche Thonnester (»Thongallen«) sitzen, nass und von Erlen- oder Weidengebüsch oder auch von Sumpfgräsern und Wassermoosen bedeckt und können allerdings, wie wir später sehen werden, noch zu Moorbildungen Veranlassung geben.

d) Endlich können aber auch in der Umgebung von ewigen Schnee- und Eisfeldern Moore entstehen. Schon dadurch, dass diese Anhäufungen gefrorenen Wassers fort und fort die Wärme an sich ziehen und in Folge davon ihre ganze Umgebung sehr kühl erhalten, so dass die Verdunstung der wässerigen Niederschläge verhindert und die Thau- und Nebelbildung vermehrt wird, sind Beförderungsmittel zu Moorbildungen gegeben. Noch mehr aber befördern sie dieselben — und zwar im Vereine mit den eben angegebenen Verhältnissen — durch das gerade in heissen Sommern am reichlichsten von ihnen gespendete Wasser. Es ist daher kein Wunder, wenn wir in den — namentlich am unteren Ende von Gletschern gelegenen und von alten mit Erdschutte verstopften Moränen gesperrten — Hochthälern der Alpen und selbst auf vielen ihrer Hochplateaus Moorungen begegnen. Und dass dieses nicht noch weit mehr der Fall ist, davon ist blos die geneigte Lage von vielen dieser Hochthäler und Plateaus, durch welche dem Wasser ein fortwährender Abfluss nach unten geschaffen ist, die Hauptursache.

§. 37. Die Wasseransammlungen auf einer Landesfläche können aber gar sehr gefördert werden, theils durch lebende Pflanzen, theils durch in Moderung begriffene Pflanzenabfälle, indem jene wie diese das in den Boden eindringende Wasser an der Verdunstung hindern.

Unter den lebenden Pflanzen sind es hauptsächlich die in grosser Anzahl dicht zusammenwachsenden und stark wuchernden Arten, welche starke, weit um sich greifende Wurzelfilze bilden oder mit ihren Stengeln, Aesten und Blättern so den Boden verdecken, dass kein erwärmender Sonnenstrahl durch sie durch zum Boden gelangen kann. Zu ihnen gehören namentlich die Wälder der gemeinen und Moorhaide (*Calluna vulgaris* und *Erica Tetralix*), die Rasen der Wollgräser (*Eriophorum*, namentlich *Eriophorum vaginatum*), Riedgräser (*Carex limosa*, *teretiuscula*, *ampullacea*, *vesicaria*, *pulicaris*, *paradoxa*, *capitata* etc.), Binsen (*Scirpus sylvaticus*, *setaceus*, *caespitosus*) und Simsen (*Juncus glomeratus*, *sylvaticus*, *filiformis* etc.); die Borstenrasen des gemeinen Borstengrases (*Nardus stricta*); die dichten Polster der Astmoose (*Hypnum*); die Filze der Wassermoose (*Sphagnum*) und auf den Hochgebirgen auch die Wälder der Zwergkiefer (*Pinus Pumilio* oder *Mughus*). Die meisten unter diesen moorerzeugenden Gewächsen stellen sich jedoch erst dann ein, wenn eine Bodenfläche schon mehr oder weniger mit Wasser gesättigt oder längere Zeit mit demselben bedeckt ist und befördern demnach die Moorbildung nur dadurch, dass sie das schon vorhandene Wasser festhalten und in seiner Verdunstung hemmen. Aber es

giebt unter ihnen auch mehrere, welche auf einem an sich zur Austrocknung geneigten oder schon dürren Boden wachsen und denselben erst durch ihre Wasser-Ansammlungskraft zur Moorung vorbereiten. Zu diesen letztgenannten Gewächsen gehören namentlich folgende:

1) Das gemeine Haidekraut (*Calluna vulgaris*), welches vorherrschend auf einem dürren, sandreichen Boden seine Wälder ausbreitet, am besten in Thau- und Nebel-reichen Lagen gedeiht und gerade durch das Ansaugen und Festhalten dieser Dunstniederschläge ihre an sich trockenen Standorte so unausgesetzt mit Feuchtigkeit versorgt, dass sich sehr bald unter ihrem Schutze Wassermoosfilze bilden, welche nun die Haide in dem Festhalten der atmosphärischen Dunstniederschläge unterstützen und die Vermoorung ihres Standorts beschleunigen.

2) Das gemeine Borstengras (*Nardus stricta*), ein unscheinbares, graugrünes, borstenblätteriges Aehrengras, dessen Wurzelstock seitlich aus sich heraus zahlreiche mit einander verwachsene Sprösslinge treibt, deren einzelne Wurzelstöcke sich nun ebenfalls wieder bestauden, so dass in kurzer Zeit aus dem einfachen Individuum dieses Grases ein Fuss breiter, dicht filzig wurzeliger und dicht borstig blätteriger Rasenbüschel entsteht. Es breitet hauptsächlich auf einem quelligen Sandboden seine, immer den Nassgallen in demselben nachziehenden, Rasenfilze aus und versteht es wie kein anderes Gras, jeden Thautropfen aufzufangen und seinen Filzwurzeln zuzuleiten. Jedes einzelne Individuum dieses merkwürdigen Grases nämlich dreht seine Wurzelblätter am Grunde spiralig so zusammen, dass sie einen Trichter bilden, mit dem es alle aus der Atmosphäre niederfallenden Wassertropfen gierig aufsaugt und festhält. Denkt man sich nun ein Rasen-Büschel dieses Grases von 1 Quadratfuss Fläche aus 100 und mehr solcher dicht zusammengedrängten Individuen, welche alle mit ihren Blättern Wasser-aufsaugende Trichter bilden, so wird man sich leicht einen Begriff machen können von der Wassermenge, welche schon dieses Büschel allein während eines Gewitterregens aufsaugt und dem von ihm dicht verdeckten Boden zuleitet. Es ist daher kein Wunder, wenn ein von diesem Grase filzig verdeckter Boden sehr bald so durch und durch nass wird, dass sich in kurzer Zeit auf ihm — und zwar stets in der nächsten Umgebung des Borstengrases — üppig wuchernde Wassermoosfilze einnisten und, wie bei der Haide, die Vermoorung des an sich dürren Sandbodens vollenden.

3) Die bleich grünlichgelb oder röthlich aussehenden Wassermoose (namentlich *Sphagnum acutifolium Ehrh.* und *capillifolium*), welche in dichten Polstern beisammen wachsen, deren einzelne Individuen an ihren Spitzen — selbst dann noch, wenn der untere Theil ihrer Stämmchen längst abgestorben ist — unaufhörlich fortvegetiren und sich

verlängern und vermehren. Sie wachsen zwar ursprünglich auf schon nassem Boden, aber pflanzen die Vermoorung weiter fort auch auf die ganz trockene Umgebung eines Moorbodens, indem sie ihre stets mit Wasser erfüllten Filze vom Moore aus über die letztere immer weiter verlängern und hierdurch dieselbe so durchnässen, dass sie ein geeigneter Brutplatz für die Colonieen der Wassermoose wird. Eine kleine, kaum fussweite, vielleicht durch das Ausroden einer Baumwurzel entstandene Vertiefung im Boden, in welcher sich abgefallenes Laub ansammelt und vermodert, ist auf diese Weise häufig der erste Brutplatz dieser Moose, von wo aus sie ihre nassen Colonieen strahlig über die trockene Umgebung dieses Wurzelloches immer weiter verbreiten und so in wenigen Jahren eine nicht unbedeutende Strecke Waldbodens in einen, nur noch Erlen tragenden, Bruch umwandeln. Das Schlimme bei diesem Verhalten der Wassermoose ist nun noch, dass sie vermöge ihrer gewaltigen Wasserhaltungskraft selbst an geneigten, an sich trockenen Bergflächen die Moorbildung weiter fortpflanzen können, wie man an den Berglehnen der Alpen häufig genug bemerken kann.

4) Die Zwergkiefer oder Legföhre (*Pinus Pumilio s. Mughus*), ein an sich auf luftigem, nur mässig feuchtem Boden wachsender Baumstrauch, welcher aber durch seine auf dem Boden hingestreckten, dicht beästeten und benadelten Stämme den letzteren so verdeckt, dass alle Regen-, Thau- und Nebelniederschläge nicht wieder aus demselben verdunsten können und denselben nun so nass machen, dass sich sehr bald Filze von Wassermoosen auf ihm einstellen. In feuchten, nebelreichen Lagen ist dieser Strauch stets ein Moorverbreiter.

Ausser den oben näher angegebenen Moor-bildenden Gewächsen giebt es noch mehrere andere — z. B. die Preisselbeere (*Vaccinium Vitis idaea*), und Heidelbeere (*Vaccinium Myrtillus*) — welche aber nicht eine so ausserordentliche Verbreitung wie diese haben, und sich der Haide ganz ähnlich verhalten.

Nächst den lebenden Pflanzen tragen aber auch die Anhäufungen von verwesenden Pflanzen-Abfällen sehr viel zur Vermoorung hauptsächlich solcher Localitäten bei, welche an sich eine kühle, nebel- oder dunstreiche Umgebung haben, wie Jedem bekannt ist, welcher weiss, dass alle Humussubstanzen die grösste Begierde haben, Wasser in sich aufzusaugen und dasselbe festzuhalten.

Welchen Einfluss überhaupt Pflanzenmassen — lebende wie todte — bei an sich feuchter Umgebung auf die Vermoorung eines Bodens ausüben, das kann man aus der schönen Schilderung Bühlers (Die Versumpfung der Wälder u. s. w. Tübingen, 1831.) zur Genüge ersehen. Ich theile deshalb zum Schlusse hier eine Skizze aus derselben so mit, wie sie Bronn im 2ten Bande seiner Geschichte der Natur S. 355 ff. angegeben hat:

»Durchwandert man die weiterstreckten Plateaus des Schwarzwaldes, wo die schönsten alten Hochwälder mit den üppigsten jungen Forstorten abwechseln, so sieht man oft unerwartet die Stämme allmählich an Länge und Vollwüchsigkeit nachlassen, verkrüppeln, die Rinde rauher werden und aufreissen, die Nadeln bleichen, dann den Gipfel der ältesten Bäume immer weiter und selbst bis auf die Hälfte der Stamm-Länge herab absterben, ihre Aeste sich mit langem Bartmoos (*Usnea*?) behängen, endlich die Stellung sich lichten und in Blössen verlieren. Während man anfangs auf Heidelbeer- und Moosbeer-Stöcken mit abwechselndem langem Baummoos sanft aufgetreten, sinkt der Fuss allmählich immer stärker ein, der Schritt des Mannes wird durch die Dichte und Tiefe des Filzes gehemmt, da er kaum mehr festen Grund findet. Bei feuchter und nasser Witterung thut sich Nässe bei jedem Tritte kund, und stehendes Wasser beginnt sich in einzelnen Pfützen zu zeigen. Hier sieht man auf die blose Versauerung die Versumpfung folgen. Der Schwarzwälder unterscheidet solche Stellen ganz richtig und hat ein eigenes Wort dafür: er nennt sie »»ein Miss«« oder sagt »»auf dem Moose«« dieses oder jenes Waldes. Sie befinden sich hauptsächlich in den Beständen aller Nadelholzarten (zufällig eingesprengte Buchen sterben alsbald ab) und sind meistens nur einige Morgen gross, wo sich dann durch Abzugsgräben dem Uebel noch steuern lässt. Von der Schnelligkeit des Voranschreitens geben noch einzelne kümmerlich vegetirende Stämme von höchster Stärke und eine Menge alter Stöcke uns Kunde, welche das Dagewesenseyn eines geschlossenen Waldbestandes und eine andere Beschaffenheit des Untergrundes andeuten in einer Vorzeit, die das Vegetations-Alter unserer Nadelholz-Stämme nicht übersteigt. Einzelne Löcher des Bodens, durch aus der Wurzel gerissene Stämme gebildet, können eine erste Mitveranlassung zur Versumpfung gewesen sein. Dass sie aber noch jetzt fortschreite und auf ihrer ganzen Peripherie zunehme, dies verräth die zuvor erwähnte Beschaffenheit der umgrenzenden Holzbestände. Die Feuchtigkeit und die Nebel, welche sich von dem zuerst gebildeten Theile des Moores aus unausgesetzt in der Luft verbreiten, sind diesem Fortschreiten ebenso förderlich, als die Vorgänge am Boden. — Daran reihen sich dann die Versumpfungen weit ausgedehnter Gebirgsrücken und Plateaus in Forlen- (Kiefern-) Beständen von grossem Zusammenhange an, welche theils nur durch das Zusammenfliessen jener Missen, theils aber auch noch durch den eigenthümlichen Einfluss der Schneeschmelzen entstanden zu seyn scheinen. Ueberreste von Einbrüchen uralter Eichen- und Weisstannen-Bestände, die längst auf dem verschlechterten Boden nicht mehr fortkommen konnten, deuten an, dass die Forlen-Bestände, welche bis zur Schneeschmelze hinan nur gemischt, aber noch von gesundem Aussehen sind, jenseits dieser Grenze dagegen

zwar rein von fremden Einmengungen, aber von der Beschaffenheit der Missen sind, sich selbst erst spät und allmählich hier angesiedelt haben. Schneeschmelze ist diejenige Linie längs dem Gebirgs-Grate, von welcher das Wasser des schmelzenden Schnee's auf der einen Seite gegen den schon vom Schnee befreiten Einhang herabfliesst, während es auf der andern Seite, wo der Schnee oft viel länger liegen bleibt, von diesem zurückgehalten wird, bis es verdunstet oder in den allmählich aufthauenden Boden einsickert und diesen so zur Versumpfung geneigt macht. Hier stehen die Forlen licht, fast einzeln, fast ohne Abstufung der Stärke, weil keine jungen mehr nachwachsen; sie sind alt und verkümmert, so dass sie mit 60- bis 120jährigem Alter kaum die Stärke der 30jährigen besitzen, und tragen selten Saamen. Viele sind durch Schnee- und Duft-Anhang eingebrochen; aber mitten dazwischen kommt zuweilen ein uralter Forlen-Stamm vor von riesenartiger Stärke mit dicken und weitverbreiteten Aesten. Der Boden ist wie bei den Missen, nur der grösseren Ausdehnung entsprechend von ungleicherer Beschaffenheit. Die Haide hat sich an trockenen Stellen noch rein und zwischen Heidel- und Moosbeeren und Moosen erhalten, und die stagnirenden Pfützen wechseln mit hoch vermoosten und von verschiedenen Sumpf-Gewächsen bedeckten Stellen ab. Seit der Erinnerung der jetzigen Generation und ihrer Väter sind diese Strecken immer so gewesen, nur dass die Forlen stets mehr einbrechen, sich lichten und die Vermoorung allmählich weiter an den Abhängen hinunterzieht. Stürme, welche ganze Waldstrecken umgeworfen, zu einer Zeit, wo das Holz ohne Werth war, können wesentlich zur Einleitung des Processes mitgewirkt haben. — Endlich wird die Vermoorung bis zur Bildung grosser quellenloser See'n mitten in Torf-Lagern gesteigert, welche nicht selten auf dem Würtembergischen wie dem Badischen Schwarzwalde unter immer gleichen Verhältnissen auf den höchsten Kuppen des Gebirges emporschwellen. So die zwei Wilden See'n, der Hornsee, der Murmelsee, der Hohlohsee u. a. Die Beschreibung des Wilden See's und seiner Umgebung mag als Bild von allen dienen. Steigt man das Gebirge zwischen der Grossenz und Eyach hinan, so erreicht man einen Gebirgs-Rücken mit schönen Nadelholz-Beständen, dessen Seehöhe zwischen 2000′ bis 2300′ schwankt, und dessen Breite bald nur unbeträchtlich ist, und bald ½ bis ¾ Stunden erreicht. Nach Süden voranschreitend erhebt man sich binnen einigen Stunden allmählich auf ein 2600′ hohes Joch, von welchem aus man alle anderen Gebirgs-Rücken weithin übersehen kann, und auf welchem die schönsten Holzbestände mit allen Graden der Versumpfung und Versauerung des Bodens abwechseln. Unweit der von Tyroler Ansiedlern bewohnten Grinnhütten beginnt der mit Forlen gemengte Weisstannen-Bestand zu kümmern; die Stämme werden immer kürzer und kegelförmiger, die

Rinde rauher und mit Lebermoosen bedeckt, die Aeste mit langem Bartmoos behangen, der Boden mit Haide, Heidelbeeren und hohem Moos überzogen. Eine starke Viertelstunde lang geht es so fort, doch wird der Bestand immer kümmerlicher, lichter und absterbender. Auf einmal sieht man vor sich eine unübersehbare Oede, nur hin und wieder mit einer Legföhre bewachsen, sonst stille und todt: es ist das Moos des Wildensee's. Noch eine halbe Viertelstunde weit durchwatet man bis über das Knie einsinkend ein dichtes Gewirre von Haide, Heidelbeeren, Preusselbeer, Moos- und Rauschbeer, Sumpf- und Torfmoos, Isländisch Moos, Flechten, Wollgras u. a. Sumpf- und Torf-Pflanzen, so dass man auf eingebrochenen Legföhren oft auszuruhen gezwungen ist und überhaupt nur bei trockener Witterung bis an den See gelangen kann. Nur auf Badischer Seite stehen noch einzelne starke Forlen-Stämme tief im Moor, als Beweis seines fortdauernden Wachsens; denn jetzt könnte diese Holzart dort nicht mehr aufkommen. Von mehren Seiten her hat man auf diesem Moose merklich gegen den See anzusteigen, indem man an mehren grösseren und kleineren Wasser-Pfützen vorüberkommt, welche öfters die Grösse eines Morgens übersteigen. Der See selbst hat ungefähr 30 Morgen Fläche und, wenn ihn das Volk gleich unergründlich nennt, in seiner Mitte vielleicht nicht über 25′ Tiefe. Sein Wasser ist laugenartig bräunlich und nährt weder Frosch noch Fisch. Keine Quelle: nur die auf ihn und seine Umgebung gelangenden atmosphärischen Niederschläge liefern ihm sein Wasser, daher dessen Höhe in der trockenen und nassen Jahreszeit um 4′ bis 5′ wechselt.«

Von den eben geschilderten Moor-gründenden Gewächsen sind wohl zu unterscheiden die Moor-bewohnenden Pflanzen, welche sich erst auf einem Moore einfinden, wenn dasselbe durch jene ersten schon mehr oder weniger entwickelt worden ist. Ausser mehreren der eben schon angegebenen Cyperaceen möchten hauptsächlich folgende Gewächse zu dieser letzten Art von Moorbewohnern zu rechnen sein: *Ledum palustre; Andromeda polifolia; Myrica Gale; Salix repens, pentandra* und *rosmarinifolia*; *Vaccinium uliginosum* und *Oxycoccos; Empetrum nigrum; Betula nana; Menianthes trifoliata; Drosera rotundifolia, intermedia* und *longifolia; Viola palustris*; *Malaxis paludosa; Scirpus caespitosus; Ranunculus Flammula; Pedicularis palustris* u. a.

§. 38. **Moorbildung in Landseeen.** — Es ist bis jetzt gezeigt worden, wie trockene Bodenstrecken durch Wasseransammlungen in Moore verwandelt werden können. Auf der Insel Seeland, im Innern Russlands, an vielen flachuferigen Seeen der Schweiz und Deutschlands, ja selbst an den schönen Seespiegeln der Alpen und vorzüglich Ober-Italiens kommen aber auch zahlreiche Fälle vor, in denen mehr oder weniger bedeutende Land-

seeen mit der Zeit durch Pflanzenmassen, die sich von ihren Ufern aus ode- in ihnen selbst niedergelassen und immer mehr angehäuft hatten, allmähr lich in Moore umgewandelt worden sind. Von vielen jetzigen Torfmooren Piemonts wird dies ausdrücklich behauptet, wie weiter unten gezeigt werden soll. An dieser Moorbildung in Seeen können, je nach der chemischen Beschaffenheit ihres Wassers, vorzüglich zwei Familien von Gewächsen, Wassermoose oder Gräser, arbeiten.

a) Haben nämlich Landseeen Kieselsäure-haltiges, aber ganz kalkfreies Wasser und sandig-kiesige, flache, allmählich in das umliegende Land übergehende, Ufer, so siedeln sich auf diesen vorzüglich die schon oft erwähnten Wassermoose an und bilden zunächst einen immer dichter und breiter werdenden Kranz ringsum die Seeen. In Folge ihrer starken Wucherkraft dehnen sie nun ihre röthlich scheinenden Filze nicht blos nach dem Landinnern hin, sondern auch auf dem Wasserspiegel selbst immer weiter aus, so dass dessen Umfang von dem Ufer aus nach seiner Mitte hin fortwährend kleiner wird, bis zuletzt von allen Seiten die sich immer mehr verlängernden und vermöge ihrer Leichtigkeit schwimmenden Wassermoos-Filzplatten in der Mitte des Wasserspiegels sich gegenseitig berühren und mit einander verwachsen. Nun ist der Seeenspiegel verhüllt mit einer schwimmenden Mooshülle, welche sich fortwährend verdickt und durch Wasseralgen verdichtet. Allmählich lassen sich auf dieser theilweise in Moder übergehenden Pflanzendecke auch andere Sumpfgewächse, deren Saamen durch Vögel oder Luftströmungen auf dieselbe verpflanzt worden sind, nieder und vermehren dadurch nicht blos ihre Masse, sondern auch ihr Gewicht, so dass sich dieselbe etwas unter den Wasserspiegel senkt. Auf dem so wieder freigewordenen Spiegel bilden sich bald grosse weit ausgedehnte Conferven- und Algendecken, welche sich beim Herannahen der kalten Jahreszeit zusammenziehen, senken und so auf die unmittelbar unter der Seeenoberfläche schwimmende Moosdecke niederlassen. Indem aber diese hierdurch wieder dicker wird, ragt sie von Neuem über dem Wasserspiegel hervor, so dass sich in der folgenden Zeit wieder Sumpfgewächse auf ihr ansiedeln können, durch welche sie indessen wieder schwerer und in Folge dessen abermals unter den Wasserspiegel gedrückt wird. Wieder kommen Algen und wieder erneuert sich die ebengeschilderte Scene, bis die Moosdecke bei diesen sich immer wiederholenden Absätzen von Pflanzenmassen so schwer geworden ist, dass sie sich ganz auf den Boden des See's hinabsenkt. Währenddem aber ruhen auch die am Ufer der Seeen wachsenden Wassermoose nicht; durch ihre Wucherkraft erzeugen sie allmählich eine neue Seeendecke, welche indessen im Zeitverlaufe dasselbe Schicksal hat, wie die erste. Und indem sich nun bei ungestörten Bildungsverhältnissen dieses Er-

zeugen einer neuen Seeendecke und dann erfolgendes Untersinken derselben immer von Neuem wiederholt, wird allmählich das Seeenbett von unten nach oben von einer vertorfenden Moos- und Algenmasse ausgefüllt, auf welcher sich zuletzt, wenn sie bis an den Seeenspiegel heraufgewachsen ist, Sumpfgewächse aller Art, auch Weiden, Erlen, Birken und zwergige Kiefern niederlassen und die Vermoorung der ehemaligen Seeen vollenden.

1) Das Steinhuder Meer, welches zwischen Leine und Weser liegend den nördlichsten Theil des Fürstenthums Lippe-Schaumburg bildet, hatte früher einen Flächenraum von 21,000 Morgen. Gegenwärtig sind davon 700 Morgen vermoort, so dass sein Wasserspiegel nur noch 14,000 Morgen beträgt. Und noch dauert seine Vermoorung fort. An der westlichen und südwestlichen Seite breiten sich auf dem Spiegel dieses Gewässers schwimmende Inseln oder Halbinseln (Quebben) aus, welche das Ansehen von Wiesen haben und sich eine halbe Stunde breit bis vor Altenhagen, Hagenburg, Wiedenbruch, Winzlar und Rehburg ziehen. An der Ostseite dieses See's dagegen breitet sich eine mehr trockene, öde, von keinem Strauche belebte Moorfläche bis vor Neustadt am Rübenberge aus, welche jedoch sich an 10 und mehr Fuss über das Meer erhebt.

2) Nach Forchhammer (im Jahrb. der Min. 1841, S. 34) überzieht sich auf Seeland die Oberfläche der Seeen mit einer auf dem Wasser schwimmenden Moosdecke, welche zuweilen so dick wird, dass sie einen Menschen zur Noth tragen kann. Dies Phänomen ist so häufig, dass dergleichen Moore beim Volke einen eigenen Namen »Hangesak« führen. Liegen solche beginnende Moorseeen in der Nähe des Meeres, so wird durch die Fluth und den Wind Schlamm und feiner Sand auf ihre schwimmende Moosdecke getrieben, wodurch sie allmählich so dick und dicht wird, dass sie sich unter den Wasserspiegel senkt und einer neuen sich über der ersten bildenden Moosdecke Platz macht, welche nun sich wieder auf ganz ähnliche Weise verdickt.

3) Nach Berghaus (Jahrb. 1839. S. 109) befinden sich an der Pommerschen Ostseeküste ebenfalls Moore mit einer dicken schwimmenden Pflanzendecke, unter der noch Wasser steht, wie man beim Einstechen mit Stangen gewahr wird.

4) Nach Mittheilungen vom Herrn Berg-Director Ludwig in Darmstadt kommen im uralischen Russland Seeen vor, welche mit einer so starken schwimmenden Moordecke bekleidet sind, dass Fahrstrassen über sie hinführen.

5) Hornschuh sagt (Flora 1837. II, S. 737 ff. und 753 ff.) in seiner Beschreibung über die Wiederausfüllung der Torfgruben bei Greifs-

walde: »In den zuletzt ausgestochenen Gruben findet man das Wasser nur von *Potamogeton natans* und einigen Algenarten bedeckt; in älteren bildet *Sphagnum cuspidatum* schwimmende Decken: dieses überzieht allmählig die ganze Oberfläche des Wassers in den Gruben, sinkt durch eigene Schwere mit den darauf wachsenden Pflanzen und füllt die Gruben aus oder bildet auf denselben schwimmende Inseln u. s. w.«

Wie oben schon angedeutet worden ist, so können aus den Moosdekken, welche sich vom Ufer der Seeen aus auf deren Oberfläche bilden, auch schwimmende Inseln entstehen, wenn bei stürmischem Wasser durch den Wellenschlag diese Moosdecken vom Ufer losgerissen werden. Die meisten dieser Inseln gehen bei ihrem Dicker- und Schwererwerden im Verlaufe der Zeit unter; haben sich auf denselben aber Gewächse angesiedelt (z. B. Haide und Bäume), welche mit ihren Wurzeln die ursprüngliche Moosinsel durchdringen und unter derselben ein dauerhaftes Flechtwerk von Wurzeln bilden, welches die Insel trägt, dann bleibt auch eine solche Insel dauernd auf der Oberfläche ihres Seeenbeckens.

Eine interessante schwimmende Insel befindet sich bei Dönges, 2 Meilen westlich von Eisenach, dicht neben der nach Frankfurt a. M. führenden Fahrstrasse in einer halbkreisrunden Waldbucht auf dem 9 Acker haltenden Hautsee. Sie hält 40 Ruthen im Durchmesser, besteht aus einer 3 bis 5 Fuss dicken, filzigen Torfmasse, in welcher man aber noch deutlich Haidewurzeln und Wassermoose erkennen kann, und bietet auf ihrer Oberfläche einen bunten Flor der verschiedensten Moorpflanzen. Ein schlammiger, wassergetränkter, fahlgelber Filz von Wassermoosen bildet den Grund dieses Pflanzenteppichs, auf welchem bunt durcheinander die violetten Sternblümchen der Moosbeere (*Vaccinium Oxycoccos*), die purpurhaarigen, von Wasserperlen glänzenden Blättchen des Sonnenthaues (*Drosera rotundifolia*), die weissen Blumensträusse des Fieberkleees (*Menianthes trifoliata*), die gelbe Krone des Gifthahnenfusses (*Ranunculus Lingua*), die grossen Dolden des Wasserschierlings (*Cicuta virosa*), die weisswolligen Fruchtbüschel des Wollgrases (*Eriophorum vaginatum*), die blauen Lippenblumen des Helmkrautes (*Scutellaria galericulata*) und die Pfeilblätter der *Sagittaria* hervorblicken, während einzelne Birken und kümmernde Kiefern die Masten und Segel bilden, durch welche schon ein leiser Luftstrom diesen schwimmenden Pflanzengarten in Bewegung setzt. Nur Schade, dass das Wandern auf demselben so beschwerlich, indem man bei jedem Schritte bis an die Knie in die mit Wasser durchdrungene Torfmoormasse einsinkt, ja sogar gefährlich ist, da an vielen Stellen Löcher sind, welche die ganze Inselmasse durchsetzen und von der schwammig aufgequollenen Moosmasse verdeckt werden.

Diese merkwürdige Insel ist ihrem ganzen Ansehen und Bildungs-

materiale nach aus einem Wassermoosfilze entstanden, welcher sich an dem flachen, seichten Westufer des Hautseees entwickelte und anfangs von seiner Bildungsstätte aus eine schwimmende Halbinsel auf diesem See darstellte. Windströme trieben von dem dicht an demselben liegenden Birken- und Kiefernwalde auf diese Halbinsel Samen, welche munter keimten und aus sich jene Birken und Kiefern emportrieben, welche noch gegenwärtig mit ihrem Wurzelwerke die Insel schwimmend erhalten. Aber eben diese Bäume wurden auch die Ursache, dass die ehemalige Halbinsel zur schwimmenden Insel wurde, denn ihre ast- und laubreichen Kronen wurden wie ausgespannte Segel von heftig strömenden Westwinden so stark aufgebläht, dass sie dem Zuge des Windes folgen wollend ihren schwimmenden Standort vom moosigen Ufer losrissen und so in eine schwimmende Insel umwandelten.

Ausser dieser schwimmenden Insel giebt es in Europa noch viele, so auf stehenden Gewässern im Thalgebiete der Hamme, namentlich im St. Jürgener Lande (Herzogthum Bremen), wo sie unter dem Namen »Dobben« oft die ganze Oberfläche alter Canäle und Seeen überziehen und mit dem üppigsten Graswuchse geschmückt sind, ferner in Preussen auf dem Gardauer-See, in Schottland auf dem Loch Lomond, in Irland, u. s. w. Eine der grössten schwimmenden Inseln trägt der Neusiedler See in Ungarn; denn sie hat einen Flächenraum von 6 Quadratmeilen. Ebenso befinden sich nach Ludwig im uralischen Russland, z. B. in der Umgegend von Nischni-Nowgorod, colossale, oft 5 bis 6 Fuss hoch über das Wasser hervorragende, schwimmende Moosdecken, welche ganz mit Kiefernhochwald bedeckt sind. Berühmt sind endlich auch die schwimmenden Inseln auf den Mexicanischen Seeen, auf denen die schönsten Gemüsegärten prangen. — In China sollen nach Kapp (Jahrb. der Min. 1841. S. 230) zahlreiche Inseln dieser Art vorkommen. Erwähnenswerth ist es auch, dass es unter diesen schwimmenden Inseln mehrere giebt, welche abwechselnd untersinken und wieder emporkommen. Geschieht dieses Untersinken im Herbste, so wird es wahrscheinlich ähnlich wie bei den Algen und Wasserlinsen dadurch hervorgebracht, dass sich in Folge der nun eintretenden kühlen Witterung ihre Masse mehr zusammenzieht und dadurch so dicht und schwer wird, dass sie sich nicht mehr schwimmend erhalten kann. Ihr Wiederemporkommen zur Sommerszeit liesse sich dagegen dadurch erklären, dass sich in Folge der höheren Temperatur so viel Gase in ihrer gährenden Masse entwickeln, dass diese letztere dadurch sehr auseinander getrieben und leichter und nun von den aufwärts strebenden Gasen mit in die Höhe gezogen wird. Eine solche periodisch untergehende und dann wieder emportauchende Insel soll sich unter andern im Beeler- oder Cleveetzer-See in Holstein befinden, ist aber nach J. Schmidt (Geol. Zeitschr. VIII. S. 494) nur

eine backofenförmig aufgeblähte Torfmasse, welche durch Gase aus der Tiefe des Seees emporgetrieben wird, dann aber in ihrer Mitte platzt, so dass ihre ringsum aufstrebenden Stücke einen Kegelmantel bilden, der sich nach und nach wieder senkt, indem die über Wasser liegenden Ecken vom Wellenschlage abgerissen werden, der Rest aber nach einiger Zeit wieder in das ehemalige Niveau des Seebodens zurücktritt.

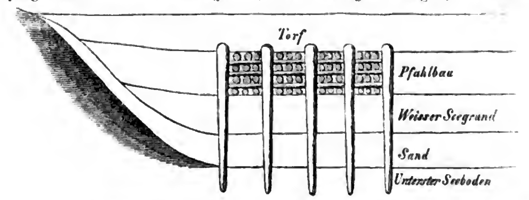
Bemerkung: Mit diesen, durch Wassermoosdecken erzeugten schwimmenden Decken und Inseln (»Dobben«) sind indessen nicht »die schwimmenden Ländereien« zu verwechseln, welche z. B. an der Hamme im Herzogthume Bremen bei dem Dorfe Wachhusen vorkommen und da, wo von der Umwandlung der Moore in Ackerland die Rede ist (§. 41) beschrieben werden sollen.

b) Wie durch die Wassermoose kalkfreie Seeenbecken in Moorungen umgewandelt werden, so geschieht dies bei kalkhaltigen Seeenbecken durch Grasartige Gewächse und schwimmende Wasserpflanzen. In diesem Falle entstehen auf dem sanft abfallenden, schlammigen Uferboden innerhalb des Seeenbeckens selbst zuerst hohe Wassergräser (*Poa aquatica* und *Calamagrostis arundinacea*), Schilfrohre (*Typha latifolia* und *angustifolia*), Kalmus (*Acorus calamus*) und Wasserlilien (*Iris Pseudacorus*). Haben diese vom Ufer aus den Boden des Seees durch ihre abgestorbenen Generationen im Zeitverlaufe mit einer starken Moderschichte erhöht, dann erscheinen die schwimmenden Wasserpflanzen, so namentlich die Myriophyllen, Callitrichen, Tannenwedel und Wasserhahnenfüsse und erhöhen im Laufe der Zeit die Moderschichte des Bodens so, dass sich nun nach ihrem Aussterben eine bunte Flora von Igelskolben (*Sparganium*), Froschlöffel (*Alisma*), Pfeilkraut (*Sagittaria*) und Binsen (*Scirpus*) ansiedeln kann, welche indessen jene Moderschichte nur noch mehr erhöht und am Ende zum Wohnsitz für die Riedgräser und Wollgräser umwandelt, die nun das Werk der Moorung am Ufer vollenden. — Aber hiermit ist auch der Anfang zur Vermoorung des ganzen Seeenbeckens gemacht. Denn die schlammige Modermasse der Ufer rückt, vom Wasser in Bewegung gesetzt, nach und nach immer weiter in das Innere des Seees vor und wandelt hierdurch auch die tieferen Stellen desselben Schritt für Schritt in Wohnsitze für die oben genannten Wassergewächse, namentlich die schwimmenden, um. So entstehen allmählich moorige, schilfbewachsene Landzungen, welche immer gieriger von allen Seiten her das reine Wasser des Seees auflecken und sich immer weiter nach der Mitte desselben ausrecken, so dass allmählich nur noch ein kleiner Wasserspiegel über der tiefsten Stelle des Seees übrig bleibt, der indessen auch noch mit der Zeit verschluckt und ausgefüllt wird. Viele früher bedeutend grössere Seeen zeigen auf diese Weise gegenwärtig einen viel kleineren Wasserspiegel. So besitzt der

Federsee bei Buchau in Oberschwaben jetzt einen Flächenraum von 800 Morgen, während er im Anfange dieses Jahrhunderts noch mehr als viermal so gross war und noch im J. 1787 die Gegend von Buchau ganz umgürtete. Wachsende Wiesenmoore voll Wollgras (daher auch sein Name: »Federsee«) drängen seinen Spiegel immer weiter zurück.

Höchst interessant sind in dieser Beziehung die Beobachtungen, welche man in der Schweiz durch die sogenannten Pfahlbauten der Kelten gemacht hat und welche nicht nur die Umwandlung von Seeenbecken, sondern auch das Alter und das Wachsen von Torfmooren überhaupt beweisen. Ich erlaube mir daher das Wichtigste derselben aus den »Mittheilungen der antiquarischen Gesellschaft in Zürich«, Band XII, Heft 3, Band XIII, Abth. 2, Heft 3, Band XIV, Heft 1, in denen Dr. Ferdinand Keller Berichte über die Pfahlbauten (1854. 58. 60. 61) giebt, hier mitzutheilen:

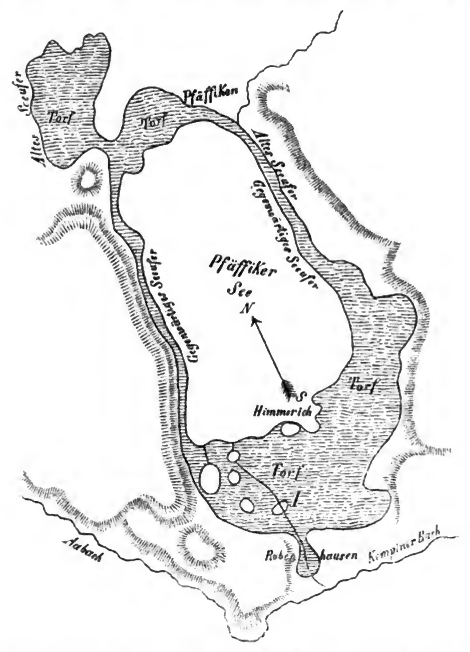
Die alten keltischen Völkerschaften bauten ihre Häuser und Dörfer bekanntlich nicht auf trockenem Boden, sondern auf seichten Stellen in den Seeen nicht weit von den Ufern derselben auf künstlich angelegte Holzdämme oder Holzinseln, um sich so besser gegen ihre Feinde, sei es Menschen oder Thiere, schützen zu können. Zu diesem Zwecke wurde zuerst eine Stelle — in der Regel ein längliches Viereck — mit senkrecht in den Grund der Seeen eingeschlagenen, 6—8 Zoll dicken Baumstämmen eingefasst und dann der Raum innerhalb dieser Pfähle mit horizontal und meist kreuzweise übereinander gelegten Baumstämmen — ähnlich einem Scheiterhaufen — so weit ausgefüllt, dass der so gebildete Holzdamm (Pfahlbau) über den Spiegel des Seees hervorragte. (Siehe beifolgende Figur). Auf diese



künstlichen Inseln bauten sie dann ihre Ortschaften und verbanden sie durch eine Holzbrücke mit dem nächsten Uferrande. Gegenwärtig nun hat man an vielen Seeen der Schweiz solche Pfahlbaue aufgefunden, aber in der Regel nicht mehr in diesen Seeen selbst, sondern mehr oder weniger weit von dem gegenwärtigen Spiegel derselben unter Mooren vergraben, was beweist, dass sich nach der Anlegung dieser Baue in dem Raume über und zwischen ihnen und dem ehe-

maligen Ufer eine Moormasse gebildet und die Seeen theilweise ausgefüllt hat. Am interessantesten sind mir folgende Fälle dieser Art erschienen:

1) Das Südende des Pfäffikersee bildet bei Robenhausen ein weit ausgebreitetes, vom Aabach durchflossenes, Torfried, welches nach der Ansicht der Umwohner des Seees in früherer Zeit ganz unter Wasser gestanden und sich nur allmählich aus demselben erhoben haben soll. (Siehe nachstehende Figur, in welcher man zu-



gleich erkennen kann, wie weit die Moorung von dem »alten See-Ufer« nach dem Inneren des Seees, dessen gegenwärtiges Ufer durch eine punktirte Linie bezeichnet ist, vorgerückt ist). Im Jahre 1858 wurden am innersten Rande dieses Riedes, auf dem sogenannten Himeri (Himerich) die Ueberreste eines ausgedehnten Pfahlbaues

entdeckt, von welchem (Band XII, Heft 3, S. 122) folgende Beschreibung und Zeichnung gegeben wird: »Die mit Pfählen besetzte Fläche

Querprofil im Aabach-Canal bei I.

Torf

Torf

Culturschicht

Torf 3′

mit Steinen

Estricht

Getreide } 3′

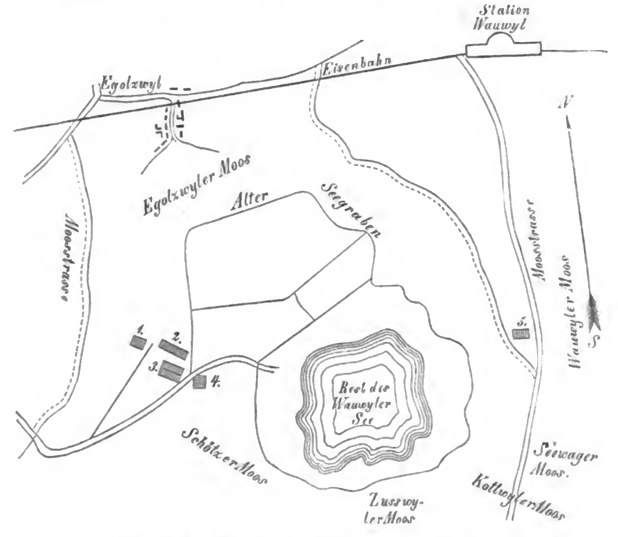
Estricht

weisser Seegrund.

ist etwa 120,000 Quadrat-Fuss gross und bildet ein unregelmässiges Viereck, dessen längste Seite mit dem noch deutlich zu erkennenden westlichen Ufer dieses nunmehr zu Torfmoor gewordenen Seeabschnittes parallel lief. Von diesem Ufer, so wie von dem südlichen, ist der Pfahlbau circa 2000, von dem nördlichen etwa 3000 Schritte entfernt. Mit dem letzteren stand die sonst durch Wasser völlig isolirte Niederlassung mittelst eines in seinem Pfahlwerk noch sichtbaren Steges in Verbindung. Was die Construction des Unterbaues der Wohnungen betrifft, so bestanden die Pfähle theils aus ganzen, theils aus gespaltenen 10—11 Fuss langen Stämmen von Eichen, Birken und Tannen, die in einer Entfernung von 2—3 Fuss je einer vom andern mit dem durch Steinäxte zugespitzten Ende ein Paar Fuss tief in den Schlamm getrieben waren. Den Boden auf dem die Hütten ruhten, bildeten theils Querbalken, theils Bretter, die mit hölzernen Nägeln auf die senkrechten Pfähle befestigt waren. Die äussersten Pfähle sind durch Zweiggeflecht mit einander verbunden. — »»Fragen wir uns, so drückt sich der Berichterstatter (Herr Messikomer) aus, wie lange diese Ansiedelung bestanden habe, so fehlen uns zur Bestimmung ihres Anfangs und Untergangs alle sichere historischen Anhaltepunkte. Es bildet jedoch das Torflager mit seinen Schichten das Buch, in welchem wir ihre Dauer nachschlagen können. Nehmen wir an, dass zum Entstehen einer fussdicken Torfschicht ein Jahrhundert erforderlich ist, so muss dieser Pfahlbau wenigstens 300 Jahre bewohnt gewesen sein. Wir fanden nemlich 3 Fuss unter der Oberfläche des Torflagers die ersten Gegenstände, welche Bearbeitung von Menschenhand verriethen, 4 Fuss tief eine Schicht weissen, offenbar zum Zwecke der Herstellung einer Art von Estrich, welcher dem Aufwachsen des Torfes Einhalt thun sollte, gleichmässig ausgebreiteten Kieses, noch einen Fuss tiefer, mithin 6 Fuss unter der Oberfläche, die Hauptmasse der Scherben, Knochen, Steinbeile u. s. w.

Wie lange aber dieser Pfahlbau da gestanden habe, ehe die Torfbildung begann, wird wohl Niemand zu ermitteln versuchen wollen.««

2) Der Wauwylersee, welcher in einem weiten offenen Thale des Canton Luzern unweit des Städtchens Sursee liegt und vor etwa 4 Jahren durch Abzugsgräben fast ganz trocken gelegt worden ist, hatte früher einen viel grösseren Umfang und ist gegenwärtig von weit ausgedehnten Torfrieden umschlossen. Beim Torfstechen in dem Reviere des ehemaligen Seebeckens stiessen die Arbeiter im Frühjahr des verflossenen Jahres auf eine Art Holzgerüste von bebeträchtlichem Umfange, das von Menschenhand mühevoll errichtet und augenscheinlich schon vor Jahrhunderten vom Torf verschlungen und sehr gut erhalten war. (Vergl. Band XIII, Abth. 2, Heft 3 im Vorwort zum 3. Bericht über Pfahlbauten 1860.). (Vgl. nachstehende Figur).



3) An der Westseite des mit moorigen Ufern umgürteten Moosseedorfesee unweit Bern entdeckte man im Winter 1855 auf 1856 einen länglich viereckigen Pfahlbau von etwa 55 Fuss Breite und 70 Fuss Länge, welcher aus regellos in den Lettenboden des Seees

eingetriebenen, 5—7 Zoll dicken Tannen-, Eichen-, Birken- und Aspenstämmen bestand und von einer, erst in späterer Zeit entstandenen, dicken Torfschichte überdeckt war. In dieser Torfschichte fand man eine Menge Geräthschaften, welche ihrem ganzen Habitus nach den Bewohnern auf jenen Pfahlbauten gehört hatten. Dass man nun aber diese Geräthschaften nicht wie an anderen Orten in dem Schlamme des ehemaligen Seebeckens, sondern in dem auf diesem lagernden Torfe fand, zeigt, dass sich der Torf schon während der Zeit, wo Dörfer auf diesen Pfahlwerken standen, zu bilden begann. (Vergl. Mittheilungen Band XII, Heft 3. 1858. S. 119.)

4) Nach Gastaldi (Mittheilungen Band XIV, Heft 1. 1861. S. 5) zeigen sich endlich auch an den Ufern der meisten schönen Seeenspiegel am Südabhange der Alpen in Italien Torfmoore, in denen man Alterthümer und Pfahlbauten der Kelten findet (z. B. zu Mercurago bei Arona am Lago Maggiore), und welche nach dem Innern dieser Seeen vorwärts schreiten. »Wer sich die Mühe nimmt die Landschaften, auf die sie vertheilt sind, z. B. die Umgebungen von Avigliana, Jorea, Arna und Como genauer zu untersuchen, überzeugt sich bald, dass in einer von der gegenwärtigen nicht sehr entfernten Zeit die Zahl der kleineren Seeen viel bedeutender und der Umfang der jetzt noch ausgedehnten viel beträchtlicher war, ferner, dass sowohl die kleinen verschwundenen Seeen als die Uferflächen der grösseren, welche einst vom Wasser bedeckt waren, mehrentheils zu Torfmooren geworden sind. Es ist kein Zweifel, dass z. B. in Piemont alle Torfmoore von einiger Ausdehnung durch diese Seeen entstanden sind.«

c) Endlich darf auch nicht unbeachtet bleiben, dass auch durch Baumabfälle, welche namentlich in kleineren, von Wald umschlossenen, oder am Fusse bewaldeter Berge liegenden Seeen sich im Zeitverlaufe in Untermischung mit Erdschlamm anhäufen, oft der Anfang zur Vermoorung dieser Wasserbecken gemacht wird, indem die Anhäufungen dieser Abfälle einen Brutplatz für schwimmende Wasserpflanzen und Schilfgräser bereiten.

§. 39. **Verschiedenheit der Moorbildungen nach Vegetation, Form, Tiefe und Lage.** Die im Vorigen angegebenen Moorbildungspflanzen nehmen nicht immer einen gleich grossen Antheil an dem Aufbaue eines und desselben Moores; vielmehr treten in dieser Beziehung zwei Hauptverschiedenheiten hervor. In den einen Mooren erscheinen die grasartigen Gewächse aus der Familie der Cyperaceen, in den anderen dagegen die Wassermoose (Sphagnen) mit den Ericeen und Vaccinieen als die Hauptmoorbildner. Hierauf gründet sich die gewöhnliche Eintheilung der Moore in

Gras- oder Wiesenmoore und in Moos- oder Haidemoore. Indessen kommen ausser diesen beiden Hauptarten auch noch Moore vor, welche gewissermaassen als Mischlingsmoore dieser zu betrachten sind, indem ihre Masse zum Theil Haide-, zum Theil aber auch Grasmoor ist. Auch fehlt es endlich nicht an Grasmooren, welche im Zeitverlaufe zu Haidemooren werden oder schon geworden sind. — Betrachten wir jetzt diese Hauptarten der Moore näher.

1) Die Wiesen- oder Grünlandsmoore treten uns gewöhnlich als Sümpfe, Riede, nasse saure Wiesen, wenn sie nicht zu wasserreich sind, oder als Brüche, wenn sie keinen wahren Torf, sondern einen schlammigen Humus und thonigen Untergrund erhalten, entgegen. Sie haben vorherrschend ihren Sitz an den Ufern und in der nächsten Umgebung von Gewässern, welche gelösten kohlensauren Kalk enthalten, und bilden sich namentlich in breiten Flussthälern oder Niederungen mit einem sandigen oder kiesigen Ufergrunde, welcher unaufhörlich von dem Fluss- oder Seeenwasser durchsintert, oft auch überfluthet und so von humushaltigen Thonschlammtheilchen oder auch (wie nach Sendtner in Südbayern) von breiartigen Kalkmassen durchzogen wird, dass er zuletzt ganz wasserdicht erscheint. — Ausserdem entstehen sie auch in Seeenbecken selbst, wie im vorigen §. gezeigt worden ist.

In ihrer ausgebildeten Form erscheinen sie als die Wohnplätze der verschiedenen Cyperaceen vorzüglich der sogenannten Riedgräser (*Carices*), unter denen sich namentlich *Carex stricta*, *paradoxa*, *capitata*, weniger *Eriophorum vaginatum*, bemerklich machen, während Arten des *Pedicularis*, *Scirpus* und *Juncus*, auch *Glyceria fluitans*, *Orchis palustris* und *Equisetum ramosum* mehr als die Miethbewohner desselben anzusehen sind. Die Sphagnen fehlen aber ganz und werden durch einige Astmoose (Hypnen) repräsentirt, welche indessen bisweilen so wuchern, dass sie alle Räume zwischen den Riedgräsern ausfüllen. So lange sie aber noch in der Bildung begriffen sind, treten auf ihnen die im vorigen §. schon angegebenen höheren Wassergräser und schilfartigen Gewächse auf.

Wie durch ihre Bildungspflanzen, so unterscheiden sich die Wiesenmoore im Allgemeinen auch durch ihre ganz ebene, ja nach der Mitte zu bisweilen gehöhlte Oberfläche, ihre geringe Tiefe, und ihre geringere Torfbildung von den Haidemooren.

In Norddeutschland, wo die Wiesenmoore überall dem Laufe der Flüsse folgen und entweder eine reine sandige, mit schlammigem Humus überdeckte, oder, aber seltener, eine sandigthonige Unterlage haben, besitzen dieselben nach Eiselen gewöhnlich eine 3 bis 7 Fuss, selten 8 bis 10 Fuss mächtige Lage von Torf, welcher indessen bei weitem nicht die Hitzkraft des Haidetorfes hat. Anders dagegen ist es nach Sendtner in

Südbayern, wo das Hochstättermoor am Inn, die grossen Donaumoore bei Deggendorf, Neuburg, Stain, Donauwörth, Dillingen und Günzburg und das Erdingermoor an der Isar, den Wiesenmoorcharakter besitzen und fast sämmtlich einen mit Alm überdeckten Kies zum Untergrund haben. Unter diesen gewaltigen Wiesenmooren enthält z. B.

das Erdinger Moor eine bis 20 Fuss mächtige Torfablagerung und
das Neuburger Donaumoor an manchen Stellen 20 bis 30 Fuss mächtige Torflager.

Der Torf in diesen Mooren ist bei seiner vollständigen Reife rein schwarz und zerfällt bei seinem Austrocknen zu einem losen Pulver, welches bei weitem weniger Hitzkraft besitzt, als der Haidetorf. Dabei ist er oft so von Kalkwasser durchdrungen, dass er beim Austrocknen sich mit einer weissen Kalkrinde bedeckt.

2) Die Moos-, Haide- oder Hochmoore lagern vorherrschend in mulden- oder beckenförmigen Thälern, Erdfällen und alten Kratern sowohl der Gebirgs-, wie der Tiefländer. Die mineralische Sohle ihrer Lagerorte besteht entweder aus Thon oder aus Kies und Sand, welcher aber in der Regel eine thonige Unterlage hat. Dem Gebiete des kohlensauren Kalkes dagegen erscheinen sie mehr oder weniger fremd, weil ihre Bildungspflanzen dem Kalke abhold sind. Ihr Hauptbildungswasser empfangen sie aus der Atmosphäre oder aus Quellen, welche entweder aus der Umgebung die Fläche ihres Beckens berieseln oder von dem thonigen Untergrunde aus ihre Sohle aufwärts durchsintern. In der Regel sammeln sich diese Wasser zunächst an der tiefsten Stelle ihrer Becken an; daher ist auch diese der erste Sammelplatz der Moorbildungsgewächse, unter denen stets zuerst die Wassermoose (namentlich *Sphagnum capillifolium, cuspidatum, molluscum* und *subsecundum*) als die ersten Colonisten des zukünftigen Moores auftreten. Haben diese erst die vorhandene Wassermasse so in sich aufgesogen, dass kein Wasser mehr über ihnen zu bemerken ist, dann erscheinen auf ihrer schwammigen Masse die Haiden (Eriken), vor allen die *Calluna vulgaris*, mit ihren Gesellschaftern, der Moorhaide (*Erica Tetralix*), dem Sumpfpost (*Ledum palustre*), der Andromeda (*Andromeda polifolia*), dem Gagel (*Myrica Gale*), der Moosbeere (*Oxycoccos vulgaris*), der Rauschbeere (*Empetrum nigrum*), der Sumpfbeere (*Vaccinium uliginosum*) und den Wollgrasbüscheln (*Eriophorum vaginatum*) und vollenden in Gemeinschaft mit jenen Moosen und mehreren grauen Flechtenarten das werdende Moor, indem aus ihren jährlich absterbenden Wäldern Moderlager entstehen, auf denen unaufhörlich nur Generationen der Eriken emporwachsen, so dass also immer und immer die Leichen der früheren Generationen den Brutplatz der folgenden bilden. Während aber auf diese Weise in dem Centrum des ursprünglichen Wasserdümpfels in den

auf einander folgenden Zeiträumen sich unaufhörlich eine Lage Haide über der anderen erhebt und so das Moor immer mehr in die Dicke wächst, dehnt sich auch das letztere in die Breite aus. Denn, sowie sich erst einige Erikendecken über den zu Grunde liegenden Wassermoosfilz gelegt haben, wird dieser letztere so zusammengepresst, dass an seinen Seitenrändern das in ihm angestaute Wasser hervortritt, die Ufer des ursprünglichen Dümpfels überschreitet und sie allmählich so durchnässt, dass sich auch auf ihnen eine Zone von Wassermoosen ansiedeln kann. Sowie sich aber die neue Mooszone erst entwickelt hat, dann wird sie auch bald von einer Erikendecke, welche sich vom Centrum des Moores aus seitlich verbreitet, überzogen und hierdurch mit in die weitere Entwickelung der älteren Centralmoorbildung gezogen. Sie wird jedoch immer etwas niedriger bleiben als diese letztere, weil sie sich später erst gebildet hat und diese selbst noch fortwährend in die Dicke wächst. Bilden sich nun später auf die eben beschriebene Weise noch mehrere seitliche Moorzonen um die ersten herum, so wird jede später entstandene etwas niedriger erscheinen, als die nächst vorher gebildeten. Die Folge davon ist, dass ein solches von Anfang an in die Höhe wachsende und später sich auch seitlich in die Breite erweiternde Moor eine gewölbte Oberfläche erhält, deren Gipfel über der ursprünglich tiefsten Stelle des Moores lagert und welche nun nach den Rändern des Moores mit einer Curve ganz allmählich abfällt. Diese gewölbte Oberfläche der Moos- und Haidemoore ist es nun, welche ihnen den Namen der Hochmoore verschafft hat.

Man darf indessen nicht glauben, dass das Wachsen eines solchen Hochmoores in die Höhe ein stetiges und unbegrenztes sei. Im Gegentheile: Sowie es eine im Verhältnisse zur ganzen Mooroberfläche zu starke Wölbung erreicht hat, dann fliessen vom Scheitel seiner Wölbung die in seinem Innern angestauten Wasser nach dem Umfange des Moores hin so lange ab, bis die Mooroberfläche trocken gelegt und so auf ihr die Bildung einer neuen Moordecke wenigstens zeitweise beendigt ist. Sie kann indessen später wieder beginnen. Hat sich nämlich die auf der Wölbung befindliche Pflanzenmasse erst vollständig in Humus und Torf umgewandelt, dann sinkt sie so in sich zusammen, dass sie eine wagrechte oder wohl gar concave Oberfläche erhält, auf welcher sich nun von Neuem Wasser ansammeln und die Moorpflanzenbildung hervorrufen kann. Nun beginnt auch das Moor wieder sich so lange zu wölben, bis es das in ihm sich wieder ansammelnde und fortwährend auf der schiefen Oberfläche abwärts drückende Wasser nicht mehr festhalten kann.

Die Höhe dieser Moorwölbung hängt übrigens nach dem eben Mitgetheilten von der Grösse und dem Alter eines Hochmoores ab und zeigt sich daher sehr verschieden.

Während sie z. B. nach Grisebach auf dem grossen Arenenburger Moor in Ostfriesland nur etwa 20 Fuss beträgt, steigt sie nach De Luc am Düvels Moor bei Bremen auf 37 Fuss und nach Sendtner in Südbayern an dem 372 Tagewerke grossen Murnerfilz bei Wasserburg auf 25 bayerische Fuss, am Hoch- und Pflanzerfilz bei Rosenheim auf 20 Fuss und am Pechschnaitfilz auf 10 Fuss.

Eiselen ferner erwähnt (a. a. O., S. 15) unter den norddeutschen Hochmooren, welche eine merkliche Wölbung ihrer Oberfläche wahrnehmen lassen, namentlich folgende:

1) das grosse Krantzische Moor bei Königsberg, welches nach seiner Mitte zu 16 Fuss ansteigt, und das Leipensche, welches gegen den Fluss hin einen wirklichen Berg, die Deime, bildet,

2) das grosse Gelüch bei Alt-Stettin,

3) das grosse Moor zwischen Alt-Stettin und Moorgardt,

4) das Moor bei Ferchel im Magdeburgischen, etwa ½ Meile von der Havel, welches sich an 15—20 Fuss über den Spiegel des Stromes erhebt,

Dau ferner giebt (a. a. O., S. 37) die Wölbung des 6000 Fuss breiten Dosenmoores auf 25—30 Fuss Höhe an. — Ludwig endlich schätzt die Wölbung der eine Fläche von mehreren 1000 Fuss Breite einnehmenden »Romanowaer Moorblase« auf 18—20 Fuss Höhe (a. a. O., S. 94).

Ist diese Wölbung aber auch noch so gering, vorhanden ist sie immer, wie aus der Wachsthumart der Hochmoore hervorgeht und wie man aus dem Laufe der Moorbäche deutlich erkennen kann, welche stets vom Scheitel des Moores aus strahlig nach den Rändern hin fliessen, so dass z. B. in Norddeutschland sehr häufig der Rücken der Hochmoore eine Wasserscheide bildet.

Zusatz: Ausser dieser, durch die stärkere Vermehrung der Moorlagen im Centrum eines Hochmoores hervorgebrachten Wölbung bemerkt man auf demselben noch ein paar andere Arten von Anschwellungen, von denen die eine namentlich in heissen Sommermonaten nach lange anhaltender Trockenheit, die andere dagegen in nassen Sommern und Herbsten nach starken Landregen zum Vorschein kommt. Die erste dieser Anschwellungen einer Moormasse wird durch Gase hervorgebracht, welche sich, wie in einem gährenden Teige in Folge von lange dauernder und starker Hitze im Innern des Moores in grosser Menge entwickeln und die über ihrer Entwickelungsstelle lagernden Moormassen unter einem eigenthümlichen Geräusche soweit blasenförmig auftreiben, dass zuletzt die Moordecke platzt und unter Auswurf von schlammigem Wasser den Gasen ein Entweichen gestattet. Ich habe auf der Rhön am rothen Moore eine solche Anschwellung im Juli des Jahres 1838 beobachtet. Schon am Tage vor derselben brauste es im Moore so stark, dass es ein Geräusch gab, als wenn ein Fluss in der Nähe über eine Felsenlehne stürzte. Die Bewohner der anliegenden Dörfer nannten diese Erscheinung »das Kochen des Moores« und

deuteten es auf »baldigen, starken Nebel«. Am Morgen des folgenden Tages zeigte sich das Moor geborsten, und mit trübem Schlammwasser bedeckt, aus welchem unaufhörlich grosse, mit knisterndem Geräusche zerplatzende, Gasblasen entwichen. Zwei Stunden später war die ganze Moorfläche mit einem undurchdringlichen Nebel bedeckt, welchem noch an demselben Tage starke Regengüsse folgten, die das Kochen des Moores zum Stillstande brachten.

Die andere Art Anschwellung auf Hochmooren wird hauptsächlich durch die Sucht des frischen Torfes, möglichst viel Wasser in sich aufzusaugen, hervorgebracht. Der Torf kann 0,50 bis 0,90 seines Gewichtes Wasser in sich aufnehmen, ohne es tropfenweise wieder fahren zu lassen, und schwillt in Folge davon über das Doppelte seines Volumens auf. Wenn nun Sommer sehr nass sind, so nimmt er so viel Wasser in sich auf, dass seine Lager, die in Hochmooren ohnediess schon eine starke Wölbung haben, so aufgetrieben werden, dass sie sich weit über ihre Ufer erheben. Haben dann solche aufgetriebene Torfmoore eine geneigte Lage, so sackt sich die von übermässig vielem Wasser aufgetriebene Torfmasse nach dem unteren Rande ihres schiefliegenden Moores hin so stark, dass endlich ihre Wassermenge die sie einengende Torfhülle zersprengt und in wildem, schwarzschlammigem Strome über das umliegende Land herstürzt und alles durchwühlt, zerstört und mit sich fortreisst. — In dem moorreichen Irland sind dergleichen Moorausbrüche öfters vorgekommen, wie folgende Beispiele zeigen werden.

Einer der verderblichsten dieser Moorausbrüche fand im Juni und Juli 1821 bei Tulamore Statt: »Er zeigte sich zum ersten Male am 25. Juni; man spürte eine starke Bewegung und auf mehrere Meilen weit schien das Innere der Erde in Aufruhr. Die Erderschütterung war mit einem starken, fernen Donnergetöse begleitet. In der Gegend von Kilnalady that sich das Erdreich auf und warf einen starken Strom einer moorigten Substanz aus, der unter gewaltigem Getöse sich reissend weiter stürzte. Innerhalb einer Viertelstunde waren 300 Acker Landes vom Strome verwüstet. Alles, was ihm im Wege stand, Häuser, Bäume, Wälder wurden fortgerissen. Die Oberfläche des Stromes gewährte den Anblick eines in Gährung befindlichen Bieres, das überlaufen will. In einigen ebenen Gegenden hatte der Strom eine Tiefe von 60 Fuss. Man glaubte anfänglich, er wolle nur oben hin, aber es zeigte sich bald, dass er den Boden aufwühle. Auf den Feldern riss er grosse Massen weg, die er oft 20 Fuss weit schleuderte. Dreitausend Menschen waren beschäftigt, einen 7 Fuss hohen, breiten Damm aufzuwerfen; aber der Strom brach durch. Ueber 5 Meilen Landes wurden durch diesen Ausbruch verwüstet.« (Nach Walchner's Handb. d. Geogn. S. 293. 1. Aufl.)

Hunter theilt die Beschreibung eines eben solchen Ausbruchs von dem Torfmoore Fairloch, welches in Nord-Irland zu beiden Seiten der Hauptstrasse von Belfast nach Londonderry liegt und fast ganz eine Fläche von 1000 Acres einnimmt, folgendermaassen mit: (Vgl. Jahrb. der Mineral. 1837. S. 59 ff.) »Am 17. September 1835 sah man, dass dieses Moor begonnen hatte, sich in seiner Mitte allmählig zu heben, um 5 Uhr Abends hatte es 30′ Höhe erreicht, als plötzlich ein Geräusch wie das Brüllen eines heftigen Sturmes gehört wurde; die ganze Fläche des Moores senkte sich um einige Fusse, und ein Schlamm-Strom setzte sich

gegen O.N.O. in Bewegung. Einige kleine Unebenheiten des Bodens hemmten in der folgenden Nacht seinen Lauf; am Tage des 18. setzte er denselben in Zickzack einige Ruthen weit ostwärts fort; in der nachherigen Nacht und am 19. früh schien er in seiner Bewegung einzuhalten, schwoll aber dabei mächtig an, zwischen 12 und 1 Uhr begann er mit einem dem früheren ähnlichen Geräusche seine Bewegungen aufs Neue, ohne jedoch bis zum 21. mehr als ¼ Meile Weges zurückgelegt zu haben. Einige Heu- und Getraideschober hemmten ihn abermals, bis am 23. um 3 Uhr Nachmittags er sich plötzlich mit einer Schnelligkeit voranstürzte, dass man ihm im schnellsten Laufe nicht zu entgehen vermochte. Ein von einem Hunde verfolgter Hase setzte in dieser Zeit in Sprüngen bis in dessen Mitte hinein, wo er im Schlamm versank, während der Hund schon nach wenigen Sätzen in den bodenlosen Schlamm ganz erschrocken umkehrte. Am 24. erreichte der Strom über einen grossen Strassen-Graben hinweg die Landstrasse, hob sich um eine Strohhütte bis 10′ Höhe, stürzte dann mit dem Geräusche eines Wasserfalles auf die Strasse herab, zerstörte dieselbe in einer Länge von 900′ indem er sich auch über sie 10′ hoch erhob, füllte den entgegengesetzten Strassengraben, folgte dann dem auf ½ Meile Länge sehr allmählig sich senkenden Längenthale und hielt darauf, wie um neue Kräfte zu sammeln, einige Ruthen vom Maine-Fluss inne. Am 25. stürzte die Schlammmasse in den Fluss an einer Stelle, wo er nur 4′ Tiefe hat, trieb dessen Wasser zurück, füllte selbst dessen Bette und stieg endlich jenseits aus demselben auf das umgebende Waideland über, bis zuletzt das zurückgestauete Wasser Stärke genug erlangte, diesen Querdamm zu durchbrechen. Da einige Toisen tiefer das Flussbett plötzlich um 12′ abfällt, so riss der Fluss von dieser Stelle an den Schlamm 7 Meilen weit mit sich fort, indem er hin und wieder Torfstücke ans Ufer warf und stellenweise Ueberschwemmungen bis gegen den Lough Neagh hin veranlasste. Der Schlammstrom aber fuhr bis zum 28. fort in den Maine abzufliessen. Die Bauern hatten ihre Wohnungen auf mehrere Meilen in die Runde verlassen. Als sie aber endlich zurückkehrten, fanden sie eine Menge todter Fische umherliegen, so dass sie noch mehrere Centner Salmen und Forellen sammelten; nur die Aale schienen sich in diesem Schlamme, wie in ihrem Elemente zu bewegen. Man verlor durch dieses Ereigniss doch nicht mehr als 70 Acres Bauland und eine gewisse Menge Heu und Getraide in Schobern und Brennmaterial; 40 Arbeiter hatten mehrere Tage lang an Wiederherstellung der Strasse zu thun. Der Strom hatte eine Fläche von ¼ Meile Länge und 200—300′ Breite stellenweise bis zu 30′ Höhe bedeckt, aber ein Ansehen gewonnen, als ob er seit Jahrhunderten in dieser Weise existirte. Die anfänglich um 30′ erhoben gewesene Anbruchsstelle sank später um 20′ unter das gewöhnliche Niveau, so dass ein kreisrundes Wasserbecken an der Stelle entstund, an diejenigen erinnernd, die sich bei dem Erdbeben in Kalabrien 1793 gebildet hatten.«

Die Tiefe der Hochmoore zeigt sich ebenfalls sehr verschieden, im Allgemeinen aber immer beträchtlicher als die der Wiesenmoore. Es ist dies auch nicht anders möglich, wenn man bedenkt, dass sie einerseits in Mulden und Becken lagern, welche von den Rändern aus nach ihrer

Mitte hin an Tiefe zunehmen und andererseits oft auch auf einem von Sandhügeln durchzogenen Terrain auftreten. In diesem letzten Falle treten sogar die höheren, von dem Moore umflutheten, Hügel wie Inseln aus dem Moorsee hervor und tragen dann oft eine Flora, welche von der sie umfluthenden Moorflora ganz verschieden ist: kleine Wälder, ja freudig grüne Wiesen mit süssen Gräsern bilden alsdann einen dem Auge wohlthuenden Contrast gegen den matten graugrünen und röthlichen Farbenton der Haiden und Wassermoose. In der Beschaffenheit dieses ungleichen Terrains liegt nun auch der Grund, warum die Hochmoore meist nicht so grosse, zusammenhängende Flächen bilden, wie die Wiesenmoore.

In den Emsgegenden zeigt das Papenburger Moor eine Tiefe von 24—30 Fuss und das Auricher Moor eine Tiefe von 25—37 Fuss. In Südbayern haben nach Sendtner einige Moore eine Tiefe von 25 und mehr Fuss. In Lithauen kommen nach Eiselen Moore vor, welche allein eine 33 bis 36 Fuss mächtige Torflage zeigen, während die norddeutschen Moore nach demselben Gewährsmann durchschnittlich 12—24 Fuss mächtige Torflager besitzen.

Im Jura sollen nach Lesquereux Moore mit 30—40 Fuss tiefen Torflagern vorkommen.

Aus den zuletzt angegebenen Thatsachen ergiebt sich demnach zugleich, dass in den Hochmooren stets viel mächtigere Torflager auftreten, wie in den Wiesenmooren. Endlich ist auch der Torf dieser Moore sowohl im Ganzen, wie in den einzelnen Lagen ein anderer wie in den Wiesenmooren. Denn während er in den zuletzt genannten Mooren stets von oben nach unten rein schwarz und pulverig-humusartig ist, erscheint er in den ersteren nach Dau (a. a. O., S. 108) unmittelbar unter der noch lebenden Pflanzendecke als eine aus deutlichen Pflanzenresten bestehende gelbliche Masse, bis mit 4 oder 5 Fuss Tiefe eine gelb- bis rothbraune, etwas dichtere Torfmasse beginnt, welche 10—15 Fuss mächtig ist, allmählich nach der Tiefe zu sich immer mehr verdichtet und dunkler bräunt und endlich bei 20 Fuss Tiefe eine vollständige amorphe, erdige Structur und schwarzbraune Farbe annimmt.

3) Die Mischmoore zeigen den eben beschriebenen Charakter der Wiesen- und Hochmoore in sich vereinigt, indem in ihnen mehr oder minder grosse Strecken oder Inseln eine andere Moorflora zeigen, als die Hauptmasse dieser Moore. So kommen z. B. in Südbayern nach Sendtner (a. a. O., S. 656) Hochmoore, welche Wiesenmoorinseln umschliessen, oder umgekehrt Wiesenmoore vor, aus denen Hochmoorinseln emporragen (z. B. im Mosacher-Schleissheimer-Moor und Erdinger Moor). Soweit die Untersuchungen reichen, findet dieser Fall immer auf einem Terrain Statt, welches wechselnde Bodenverhältnisse besitzt oder von

verschiedenen Gewässern benetzt wird, die verschiedenartige Nahrungsstoffe mit sich führen, oder auch in Niederungen, deren Fläche hie und da von einzelnen kleinen Sand- und Lehmhügeln unterbrochen wird.

Nach Dau (a. a. O., S. 11 ff.) können aber auch aus den in ehemaligen Seeen entstandenen Wiesenmooren dann, wenn die Bildungsseeen sich ganz ausgefüllt haben, mit der Zeit vollständige Hochmoore entstehen, indem sich allmählich auf dem schlammigen Moorboden Wassermoose, Flechten, Rauschbeeren, Moosbeeren, Moorbeeren und Haiden einfinden, welche mit der Zeit die ganze Wiesenmoorflora verdrängen.

Zusatz: In dem Munde des Volkes gelten im Allgemeinen die Moore als unzugängliche Landesstrecken für Menschen und Thiere. Dies ist indessen übertrieben und nur theilweise wahr. Auf See- und Hochmooren giebt es allerdings Strecken, welche nicht überschritten werden können, weil unter einer trügerischen Wassermoosdecke tiefe Wasserdümpfel verborgen liegen; auch ist zur Zeit, wo die Moore mit Wasser überfluthet sind, ein Uebergang über sie nur mit grosser Vorsicht zu unternehmen, weil man dann nicht die unter dem Wasserspiegel verborgenen Wasserdümpfel bemerken kann. Sieht man aber von diesen Fällen ab, so ist wenigstens auf Wiesenmooren wohl nur höchst selten eine Gefahr des Versinkens zu befürchten.

§. 40. **Verbreiterung der Moore.** — Aus allem bis jetzt über die Moorbildungen Mitgetheilten ergiebt sich also zur Genüge, dass die ganze Bildungsweise derselben von den Pflanzengeschlechtern abhängt, welche auf einer von Wasser durchtränkten Fläche wachsen und sich vermehren. — Ist nun erst ein solches Moor in seiner vollen Entwickelung begriffen, dann sorgen auch eben diese Pflanzengeschlechter nicht nur für die fernere Erhaltung und Verdickung des einmal gebildeten Moores, sondern auch für die seitliche Verbreiterung desselben. Die Seeenmoore schreiten, wie schon mehrfach in den vorigen §§. gezeigt worden ist, zuerst von den Ufern aus nach dem Innern der Seeen vorwärts und dringen dann, wenn sie diese ganz ausgefüllt haben, von ihrem Umfange aus auf das sie umgebende Land ein; die Hochmoore dagegen überschreiten und bedecken entweder mit ihren sich wölbenden und aufblähenden Massen ihre flachen Ufer oder überkleiden mit ihren stets wuchernden, wassergetränkten und aus ihren Stammsitzen fortwährend Wasser nach sich ziehenden Wassermoosen die Ufer ihrer Brutplätze und versorgen nun den von ihnen überfilzten Boden so reichlich mit Wasser, dass sich auch die ungenügsameren Moorgewächse behaglich auf demselben ansiedeln und das von diesen Moosen eingeleitete Geschäft der Moorung vollenden können. Nur da, wo sich jäh ansteigende Hügel aus der vermoorenden Landesfläche erheben, wird der seitlichen Ausbreitung der Moorgewächse ein Hinderniss entgegen gestellt, aber auch nur ein augenblickliches, indem das vorwärts dringende Heer der Moorpflanzen dieselben seitlich so umringt, dass diese

Hügel selbst nun wie Inseln aus dem sie umwallenden Moorsee hervorragen; — und nur da, wo sich die Ufer eines Moores felsig, steil und hoch über die Fläche des letzteren erheben, ist dem Vorrücken der seitlichen Ausbreitung der Moormasse eine unübersteigliche Grenze gesetzt.

§. 41. **Umwandlung der Moore in trockenes Land.** Wenn auf schnee- und regenarme Winter trockene und heisse Sommer folgen, so werden nicht nur die moorspeisenden Bäche und Flüsse so wasserarm, dass sie den angrenzenden Moorflächen momentan kein Wasser mehr spenden können, sondern es verlieren auch namentlich die Wiesenmoore so viel Wasser, dass man trockenen Fusses sie überschreiten kann. Viele der Moorgewächse sterben dann ganz ab, so dass die ganze Moorfläche braun und abgestorben aussieht und selbst dann sich nicht recht wieder erholen kann, wenn die Herbstregen ihre Bodenmasse durchtränken. Kommen aber nun nach den Herbstregen starke Fröste, so wird die aufgeweichte Moormasse sammt den in ihr steckenden Pflanzenwurzeln so durchfroren, dass ihre Humusmasse in ein staubartiges Pulver umgewandelt wird, welches sich durch Wasser nicht mehr schlämmen lässt und folglich auch zur Moorung nichts mehr taugt. Ist nun vielleicht der folgende Winter auch wieder trocken, so bleiben im nächsten Frühjahre, selbst wenn es regenreich ist, alle Moorpflanzen aus und es stellen sich Süssgräser mancher Art, so namentlich der Wiesenfuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*), die Wiesenschmiele (*Aira caespitosa*), das Ruchgras (*Anthoxanthum odoratum*), der auslaufende Windhalm (*Agrostis stolonifera*) u. a. ein, durch welche allmählich das ehemalige Wiesenmoor in eine ächte Wiese umgewandelt wird. — So habe ich es an mehreren kleinen Wiesenmooren beobachtet, welche gegenwärtig gute Wiesen sind. Ob aber grosse Wiesenmoore oder gar Hochmoore, selbst wenn sie auf die eben angegebene Weise zeitweise ganz ausgetrocknet worden sind, ihre Moornatur eben so schnell verlieren und später auch gar nicht wieder erhalten, will ich nicht behaupten, weil ja die Quellen, durch welche diese Moore ursprünglich erzeugt wurden — die Wassermoose und das in den Boden einsinternde Flusswasser — nicht ganz und gar verschwunden sind. Verschwinden freilich diese und treten dann vielleicht die oben geschilderten Witterungsverhältnisse noch hinzu, dann können auch selbst grosse Wiesenmoore in gutes Wiesen-, Wald-, ja selbst Ackerland umgewandelt werden. Und es können diese Moorquellen verschwinden:

1) wenn sich die Wasser spendenden Quellen verstopfen, oder ein anderes, das Moorgebiet nicht mehr berührendes, Flussbett graben; und

2) wenn eine Moorfläche — sei es allmählich oder mit einem Male und sei es von heftigen und oft wiederkehrenden Windströmen oder durch starke Regenfluthen — so dick mit Steinschutt, Sand

oder Erdreich überdeckt wird, dass die ganze Moorpflanzenwelt tief vergraben wird und das Bodenwasser nicht reichlich genug mehr die aufgeschüttete Moordecke durchdringen kann. Enthält vollends das Material dieser Decke viel Kalk und alkalische Salze, dann ist um so sicherer dem Aufkommen einer neuen Moorflora ein undurchdringlicher Damm entgegengesetzt.

Für beide Fälle dieser Art Moorvertilgung giebt es Beispiele genug.

1) Im schönen Werrathale befand sich dem Dorfe Herleshausen (1 Meile westlich von Eisenach) gegenüber noch vor 80 Jahren ein mächtiges Wiesenmoor, welches wie eine grosse Halbinsel von der Werra hufeisenförmig umflossen wurde. Gegenwärtig ist dasselbe eine üppige Wiese voll süsser Gräser, welche fast ¼ Stunde weit von dem ebengenannten Flusse entfernt liegt und nur noch bei starkem Schneeschmelz im Winter von dem Wasser desselben überfluthet und befruchtet wird. Diese Wiese erhielt ihre gegenwärtige Gestalt durch die grosse Menge von Schutt, welchen dieser Fluss in jedem Frühjahre und nach jedem starken Gewittergusse einerseits an den Rändern dieser Halbinsel absetzte und allmählich zu einem breiten Steinwalle, welcher das Werrawasser nun von den ehemaligen Ufern ablenkte, aufhäufte, und andererseits auf der Oberfläche des Moores selbst in solcher Mächtigkeit aufschlämmte, dass das ehemalige Moor gegenwärtig 10 Fuss tief unter dem humosen Lehmboden der Wiese vergraben liegt.

2) Bei Wenigenlupnitz (1 Meile östlich von Eisenach) liegt etwa 30 Schritte von der Hörsel unter einer schönen Wiese mit kalkigem Lehmboden ein 15 Fuss mächtiges Wiesentorflager, welches von dem kalkigen Schutte, den die Regengüsse von dem anliegenden Hörselberge abschlämmten, verschüttet und dadurch in gutes Wiesenland umgewandelt worden ist.

3) Nach Boll (a. a. O., S. 80 u. ff.) sind die grossen, flachen Wiesenthäler an der Tollense, Datze, Peene, Trebel und Recknitz nur durch ausgefüllte Torfmoore und schwimmende Inseln entstanden.

4) Nach Forchhammer (Jahrb. der Min. 1841. S. 13 ff.) finden sich an der Küste Jütlands viele vom Dünensand verschüttete Torflager. Er sagt:

»Zwischen den Dünenreihen finden sich häufig Landseeen von grösserer oder geringerer Ausdehnung, die sogenannten Dünenseeen, und in diesen findet eine kräftige Vegetation von Sumpfpflanzen verbunden mit einer Torfbildung statt, welche, so lange der Dünensand gedämpft ist, ruhig fortschreitet. Wenn aber ein ungewöhnlich starker Sturm die Oberfläche der mühsam gedämpften Düne angreift, dann fliegt der Sand in die Seeen, deckt den Torf mit Sandschichten und schliesst jene Bildung. Wenn nun im Laufe der Zeiten Meeresströme

die Küste wegschneiden, ziehen die Dünen ins Land hinein, füllen den See aus und bilden auf diese Weise jene merkwürdigen Lager von fossilem Torf, Martörv genannt, welche den Geognosten des übrigen Europa's unbekannt geblieben zu sein scheinen. Vom Dorfe Ageren gegen N. kommt eine grosse Menge von diesen Martörv-Lagern vor; das ausgedehnteste ist aber das nördlichste von allen, welches in den Gemeinden Raabjerg und Skagen am Weststrande über eine Meile Längen-Ausdehnung hat und sich tief hinein ins Land erstreckt. Aber nicht blos auf diese Küste ist das interessante Phänomen beschränkt. An der Nordküste von Seeland, wo sich im vorigen Jahrhundert eine sehr verderbliche Flugsand-Strecke fand, die aber schon gegen die Jahre 1760 gedämpft wurde und jetzt mit einem Fichtenwalde bedeckt ist, hat der Flugsand einige Torfmoore, die an der Gränze der Dünen-Kette lagern, halb bedeckt und so den Wachsthum des Torfs theilweise unterbrochen. Während nun das noch lebende Moor, wenn ich diesen Ausdruck gebrauchen darf, einen Torf enthält, der von dem Torfe der übrigen Moore der Gegend durchaus nicht verschieden ist, ist der Theil desselben, der unter dem Flugsande liegt, in eine ganz andere Substanz verwandelt. Unser gewöhnlicher Moor-Torf wiegt trocken 16 bis 20 Pfund der Kubikfuss; der vom Sande zusammengepresste dagegen wiegt 78 Pfund. Während wir in unserm gewöhnlichen Torf, nachdem er ausgetrocknet ist, kaum eine Spur von Schichtung wahrnehmen, ist dieser ausserordentlich deutlich geschichtet, ja fast schieferig, und verglichen mit den Seiten-Wänden einer noch frischen Torf-Grube, sieht man deutlich, dass die dünnen Schichten das Product einer Vegetationsperiode, also eines Jahres enthalten. Wenn nun, wie es der Fall im nördlichen Seeland ist, das Torfmoor grossen Theils durch den Abfall einer Wald-Vegetation gebildet ist, ist es unmöglich, diesen vom Flugsande bedeckten Torf in Handstücken von der Braunkohle zu unterscheiden.

Zwischen den Dörfern Lyngbye und Loecken in Vensyssel findet sich ein solches Martorf-Lager etwa 15' über dem Niveau des Meeres; es ruht auf blauem Thon abweichend und übergreifend und zwar so, dass die Schichten des Martorfes von beiden Seiten schwach geneigt sind gegen die Mitte, wo ein kleiner Bach fliesst, der das Lager des Torfs unterbricht und sich tief in den unterliegenden Thon eingeschnitten hat. Das Lager des Martorfs selbst geht in seiner Fortsetzung an der Seite völlig in schwarze Dammerde über, und diese sowohl als der Torf sind mit geschichteten Flugsand-Massen bedeckt. Verfolgt man das kleine Thal, so findet man, wenn man die Dünenreihe verlassen hat, einen kleinen Bach, der an dieser Stelle, wie fast überall in Dänemark, von Wiesen-Torf eingeschlossen ist, und so hat man hier eine

volle Erklärung des interessanten Phänomens der Bildung dieses Lagers von Brenn-Material, welches schon fossil geworden ist. Ein dreifaches Schichtensystem zeigte sich in diesem Kliff. Der untere blaue Thon, eine Meeres-Bildung der jetzigen Erdperiode, neigt sich unter einem Winkel von 5° bis 8° gegen S., dann die Süsswasserbildung des Martorfs mit nördlichem und südlichem Einschiessen, dann die Dünen mit ihrer wellenförmig, oft stark geneigten Schichtung.

Das bei weitem merkwürdigste Lager von Martorf ist indessen das früher erwähnte, welches die nördlichste Spitze von Jütland einnimmt.

In der Erstreckung einer Meile von Skiveren bis nach Hoyen zieht es sich fortwährend wie ein schwarzer Streifen in den senkrechten Kliffs des Ufers hin. Es ruht in der Regel auf einem feinen Sande, den man bei oberflächlicher Betrachtung für Flugsand ansehen könnte, der aber dem Meere angehört und theils einzelne gerollte Steine enthält, theils wirkliche Geröll-Lager in sich einschliesst.

Es finden sich in demselben eine grosse Menge von Sumpfpflanzen und namentlich die Saamenkörner von *Menyanthes trifoliata*, sowie Stämme und Zweige von Birken, Eichen, Espen, Weiden, — Insekten und die Geweihe vom Hirsch, sowie die Zähne von Ochsen. Ausserdem enthält es Kunst-Producte und namentlich Pfeilspitzen von Feuerstein, woraus erhellt, dass es noch ein See oder ein wirkliches Moor gewesen sein muss, nachdem das Land bewohnt worden ist. Man hat indessen allen Grund, anzunehmen, dass dieses grosse Torfmoor einst ein See war; denn in den See-Mooren finden sich überall im Lande verbreitet die Geweihe von Hirschen, Elenthieren, die Schädel und Hörner von Ochsen, und selten die Geweihe von Rennthieren: Ueberreste von Thieren, von denen man annehmen muss, dass sie, als das Moor noch ein See war, durch die Eisdecke gebrochen, oder durch die schwebende Moosdecke, welche auf vielen unserer jetzigen See'n sich noch findet, eingesunken sind.

Man erstaunt über die Veränderungen, welche diese nordöstlichste Spitze von Jütland erlitten haben muss, seitdem Menschen das Land bewohnen; denn der See, in dem dieser Torf sich bildet, muss wenigstens eine Meile gehabt haben; und jetzt ist das Ganze von Sand-Dünen bedeckt. Aehnliche Torf-Lager ziehen sich an dem westlichen Ufer von Jütland gegen S. hinab, allein südlich vom Lümfjord finden sie sich unter dem Niveau des Meeres, und bei der Insel Sylt liegen sie 6 bis 8 Fuss unter dem Meere, mit grossen Birken-Stämmen. Weiter gegen S. liegen sie unter der Marsch, also tief unter dem Niveau des jetzigen Meeres, und es ist bekannt, dass sie an den Küsten von Holland weiter gegen S. an den Küsten von Nordwallis gleichfalls unter dem Niveau des Meeres vorkommen. Sie bezeichnen jene grosse

Senkung, die in unserer jetzigen Erd-Periode von der westlichen Küste England's bis an den Lümfjord Statt gefunden hat, den Ufern der Nordsee ihr jetziges Verhältniss gegeben und ohne Zweifel die Trennung Englands von Frankreich entweder vorbereitete oder bewirkte.«

Wie durch Ueberdeckung mit Steinschutt, Sand oder fruchtbarer Erdkrume, so können auch namentlich Hochmoore, wie schon früher angedeutet worden ist, schon durch die Wölbung ihrer Oberfläche, in Folge deren das in ihnen angestauete Wasser an den Seitenrändern des Moores abfliesst, allmählich in trockenes Land umgewandelt werden. Sowie diese Austrocknung an der Oberfläche desselben eintritt, nimmt das Wachsthum der Haide ab, Schurfflechten, Astflechten und kleine Polster verschiedener, das Trockene liebender, Moosarten stellen sich ein und vermehren sich rasch. Bei ihrem alljährigen Absterben geben sie in Gemeinschaft mit den verwesenden Haideabfällen ein filzig erdiges Gemenge, welches fast wie ein Gehäufe von Sägemehl aussieht und eine weissgraue bis gelbbraune Farbe hat. Zersetzt sich endlich dasselbe unter dem Einflusse der Luft vollständig, so bildet es eine pulverige, braunschwarze, viel Wachsharz haltige, Humuserde, welche man »Bunkerde« oder »Schollerde« nennt.

Bemerkung. Nach Sprengel (a. a. O., S. 231) besteht ein solcher aus der Zersetzung der obersten Torfdecke entstandener Boden aus

70 bis 80 p. C. noch in Verwesung begriffener Pflanzentheile,
5 bis 6 ,, Humussäure,
6 bis 7 ,, Humuskohle,
1 bis 1,5 ,, Wachsharz,
4 bis 6 ,, Kieselerde und aufgewehtem Sand,
0,5 bis 1 ,, phosphorsaurem Eisenoxyd,
0,5 ,, Thonerde,
Spuren von Gyps, schwefelsaurem Kali, Kochsalz.

Auf dieser gewöhnlich 6 bis 18 Zoll dicken Erddecke stellen sich dann zuerst genügsame Wiesengräser, wie das Ruchgras (*Anthoxanthum*), Lieschgras (*Phleum*), Honiggras (*Holcus lanatus*) u. s. w. ein und dann, wenn durch diese der junge Boden verbessert worden ist, auch die ungenügsamen Wiesengräser und Klee.

Nach unten geht diese Torferde-Ablagerung allmählich in unreifen Torf über. So lange sie noch nicht vollständig verwes't ist, bildet sie mit diesem eine mehr oder minder fest zusammenhängende Lage, welche so leicht ist, dass sie auf dem Wasser schwimmt und zu den schon oben — bei den schwimmenden Inseln — erwähnten »schwimmenden Ländereien« Veranlassung giebt.

Zusatz: Kohl hat in der Gartenlaube (Jahrgang 1861) von diesen schwimmenden Ländereien, wie er sie bei dem Dorfe Wachhusen im St. Jürgener Lande (zwischen Weser und Hamme) beobachtet hat, eine so-

interessante Schilderung entworfen, dass ich mir erlauben muss, das Wichtigste daraus hier einzuschalten:

»Der ganze Untergrund, auf dem das Dorf Wachhusen, seine Häuser, seine Wiesen, seine Aecker ruhen, ist eine 25 bis 30 Fuss dicke Schicht von Torfmoor, die ihrerseits wieder in der Tiefe auf festem Sand liegt. Diese Torfmoor-Schicht, auf der alles ruht, gewährt begreiflicher Weise eine sehr unsolide und zitterhafte Basis. Ueberall, wo man geht und steht, bebt der Boden ein wenig unter den Füssen. Die Torfmoorschicht besteht aus verschiedenen Lagen von sehr abweichender Schwere und Qualität. Oben kommt zuerst eine Schicht, in der die Pflanzentheile, welche die Moore bilden, noch unvollkommen zersetzt oder vermodert sind. Sie hat eine hellbraune oder graue Farbe und die Leute nennen sie »»de witte Moor«« (das weisse Moor). Sie ist federleicht und schwimmt wie Kork auf dem Wasser. Weiter unten wird das Moor brauner und gewichtiger und zuletzt ganz schwer. Das Moor ist durchweg eine ziemlich locker zusammenhängende Masse, in der sich eine Schicht leicht von der anderen löst. Wenn nun im Frühling bei der Schneeschmelze auf den weiter im Innern des Landes liegenden Hochmooren die Hamme (der Fluss, in dessen Niederung Wakhusen liegt) anschwillt und alle Kanäle und Gräben sich mit Wasser füllen, auch das Moor sich selbst durchweg wie ein Schwamm vollsaugt, so bläht sich vermuthlich wohl die ganze Gegend mit Allem, was auf dem anschwellenden Moore liegt, ein wenig auf. Am meisten aber werden die leichten Schichten »»das weisse Moor«« gehoben und sie kommen, indem das Wasser zwischen ihnen und den braunen und schwarzen Schichten eindringt und sie auseinanderreisst, am ehesten zum Schwimmen. Sehr viel hilft dabei auch der Frost, der nicht nur das obenstehende Wasser, sondern auch die oberen Moorschichten zu einer dadurch noch leichter werdenden Masse gefrieren lässt. — Gewöhnlich ist die Schicht, welche sich abhebt und zum Schwimmen kommt, nur 5, 6 bis 8 Fuss dick und zuweilen noch viel dünner. Mitunter sollen aber auch 20 Fuss dicke Erdschollen zum Schwimmen gebracht werden. — Man kann sich übrigens denken, dass je nach der Höhe und Gewalt des Wasserstandes, nach der Stärke des Frostes und nach den verschiedenen Graden der Festigkeit und des Zusammenhangs der weissen, braunen und schwarzen Torfschichtung dies Alles sehr verschieden ausfällt.

Häufig ist der Teppich der schwimmenden Wiesen so dünn, dass, wenn man mit einem Wagen darüber hinfährt, der Boden sich unter den Pferden tief senkt, hinter dem Wagen aber wieder emporhebt. Ja zuweilen vermögen die jungen Füllen, indem sie darüber hinlaufen, das Ganze in Schwankung zu versetzen, so dass der Boden hinter ihren flüchtigen Hufen Wellen schlägt, wie ein ausgespanntes Tuch. Die im Orte selbst aufgewachsenen Thiere wissen aber sehr gut zu beurtheilen, wie weit sie sich hinaus wagen dürfen, und sie vermeiden bei ihren Spielen die Stellen, wo das schwimmende Erdreich so schwach wird, dass es sie nicht mehr tragen könnte.

In uralten Zeiten ist wahrscheinlich ein stundenlanger Strich Landes in vollem Zusammenhange längs der ganzen Hammeniederung zum Schwimmen oder, wie sie hier gewöhnlich sagen, »»zum Treiben«« gekommen. Seitdem sich aber der Mensch auf dieser Scholle niedergelassen, seitdem er tiefe Kanäle und Gräben gezogen, Häuser gebaut und das Land auf mannich-

faltige Weise zerstückt hat, ist dies nicht mehr der Fall. Der Boden kommt nun nur noch stückweise »»zum Treiben««. Ueberall, wo das Torffloss mit schweren Dingen belastet ist, kann das Wasser das Gewicht nicht mehr heben, reisst die leichteren Partien von den schwereren los, lässt diese liegen und bringt jene in die Höhe. Dies ist begreiflicher Weise namentlich bei den mit Sand und Häusern beschwerten Warfen der Fall. Diese schwimmen gar nicht mehr, sondern wackeln und beben höchstens noch zu Zeiten, oder sinken, wie gesagt, wohl einmal ein wenig ein. Ebenso bleiben auch alle anderen stark landbeschwerten Landparcellen im Wasser stecken. So die Fahrwege, die um sie gangbar zu machen, im Laufe der Jahre mit viel Sand bedeckt wurden, und die das Wasser nun nicht mehr tragen kann. Soweit die Chausséegräben gehen, lösen sich diese Wege von den Aeckern zu den Seiten los. Die Sandchaussée bleibt liegen und die Felder zu beiden Seiten steigen in die Höhe. Man kann sich denken, was dies allein schon für eine Verschiebung im Lande giebt. Liegen Stege oder Brücken über den Gräben, so bleibt beim Hochwasser zuweilen das eine Ende derselben in der Tiefe stecken, während das andere sich hoch emporhebt und auf den schwimmenden Acker wie auf einen Berg hinaufführt. Hat man die Pfähle der Brücke sehr tief in die untere stets ruhige Erdschichte eingerammt, so bleibt die Brücke fest und das steigende Land schiebt sich an den Pfeilern in die Höhe. — Behandeln sie ein Stück Land immerfort als Wiese oder Weide, so verändert es sein Gewicht nicht und kommt jedes Jahr »»zum Treiben««. Bebauen und beackern sie es aber, so wird es allmählig durch den jährlich ausgeführten Dünger und den Sand, den sie auch gern unter ihre torfige Ackerkrume mischen, immer schwerer und verliert am Ende die Fähigkeit zum Treiben. Es sinkt, bleibt im Wasser stecken und wird dadurch unfähig, ferner als Ackerland benutzt zu werden. Man sieht hieraus, dass das »»schwimmende Land«« für die Wakhusener eine grosse Wohlthat ist. Ein Acker, der nicht mehr »»treibt««, ist für sie verloren. Sie können ihn ferner noch nur als Sommerwiese benutzen. Nur auf dem »»schwimmenden Lande«« können sie Korn säen, auf ihm haben sie ihre Gärten. D a s »»s c h w i m m e n d e L a n d«« e r z e u g t d i e b e s t e n K r ä u t e r u n d W i e s e n. Am liebsten erhielten sie ihre ganze Feldmark mit Allem, was darauf stehet, wie ein mächtiges Floss beständig im Schwimmen. Die Differenz zwischen dem niedrigsten Wasserstande im Sommer, bei welchem das meiste Land in Wakhusen fest auf dem Boden ruht, und dem höchsten Wasserstande, bei welchem fast Alles schwimmt und treibt, wie Rahm auf der Milch, beträgt wohl zehn Fuss und so hoch also können denn auch die Aecker und die auf ihnen wachsenden Bäume über ihren gewöhnlichen Standpunct hinausgeschoben werden. Steigen die Aecker und Wälder oder Gehölze umher, wie es ausnahmsweise geschieht, sogar 12 Fuss und mehr, so verändert dies die ganze Physiognomie des Landes. Die Häuser auf ihren festen Sandhügeln liegen dann tief, und die Gärten und Aecker schwimmen hoch aufgetrieben um sie her, während das Wasser in die Häuser selbst eindringt und die Bewohner derselben nöthigt, sich schnell Brettergerüste zu bauen, auf welche sie sammt ihrem Vieh sich flüchten und während der Zeit des hohen Wasserstandes wohnen.

Ihr schwimmendes Land ist immer, selbst in regenloser Zeit, von unten her herrlich gewässert. Es ist auch vor zu viel Regen gesichert, da

dieser leicht davon abläuft. Auch bei Ueberschwemmungen können die schwimmenden Stücke nie durch Verschlämmung verdorben werden, da sie immer über die höchste Fluth die Oberhand behalten. Ein Stück Wiesenland, das vorher, so lange es fest war, vielleicht blos wildes Gras, Schilfe, Binsen und Riethe erzeugte, verbessert alsbald, wenn es zum Treiben kommt, ganz von selbst seine Pflanzendecke, besamt sich in der Luft und dem Sonnenschein, dem es sich öffnet, mit feineren und gesunderen Gräsern.

Für gewöhnlich und im Ganzen hat es mit der blosen Erhebung des Landes sein Bewenden. Die gelösten Aecker steigen im Winter ruhig und allmählig in die Höhe und sinken am Ende des Frühlings wieder in ihre Plätze zurück. Kleine Veränderungen und Dislocirungen des Erdreichs kommen zwar jeden Winter vor, wie man dies bei einer so grossen Zerreissung des Rasenteppichs natürlich finden wird. Beständig werden kleine Stücken Landes vom Wasser nicht nur gehoben, sondern auch von der thalwärts ziehenden Strömung mit fortgeführt und weit von ihrem Heimathsorte wieder deponirt.«

Umwandlung der Moorpflanzen in Torf.

§. 42. Während auf die eben beschriebene Weise die Moorbildungspflanzen durch ihre lebenden und unaufhörlich fortwuchernden Sprösslinge das Gebiet ihres nassen Reiches für ihre Nachkommenschaft immer mehr zu vergrössern suchen, bleibt auch ihre Körpermasse selbst nicht unverändert.

Wenn beim herannahenden Herbste die Strahlen der Sonne nur noch unter spitzen Winkeln die vegetativen Organe des Pflanzenkörpers berühren, dann hört ihre zur Lebensthätigkeit anregende Kraft auf und das durch die unaufhörlich angestrengte sommerliche Thätigkeit schon geschwächte Zellengewebe jener Pflanzenorgane vermag in Folge davon nicht mehr die in ihm vorhandenen Säfte vollständig zu assimiliren und zu concentriren. Die Poren der grünen Pflanzentheile verstopfen und verschliessen sich und lassen die im Pflanzeninnern präparirten Gase, vor Allen den Sauerstoff und Wasserdunst, nicht mehr entweichen. Hiermit aber beginnt der Zersetzungsprocess des Pflanzenkörpers von innen nach aussen zuerst mit dem Zelleninhalte, dann mit der Zellenmembran und zuletzt mit der Spiralgefässfaser in drei aufeinander folgenden Stadien.

1) Zuerst werden also durch den zurückgehaltenen Sauerstoff die im Innern des Zellengewebes vorhandenen Säfte und weichen Substanzen in Gährung versetzt, vor Allen die stickstoffhaltigen Proteinsubstanzen (Eiweiss, Kleber und Käsestoff), aus denen unter Entwickelung von Schwefel- und auch wohl Phosphorwasserstoff Ammoniak entsteht, welches nun wie ein Ferment (eine Hefe) wirkt und die stickstofffreien

Zellensubstanzen (Zucker, Dextrin und Stärkemehl) zur Umwandlung in Humussäuren anregt, mit denen es sich zu humussaurem Ammoniak verbindet. — Weiter wird nun durch Anschwellung dieser Gährungsproducte die Pflanzenoberhaut zerrissen, so dass ein Theil dieser Stoffe — namentlich der Schwefelwasserstoff und die Kohlensäure — entweicht, aber auch atmosphärischer Sauerstoff in die Pflanzen eindringt, während sowohl das eben erst entstandene humussaure Ammoniak, wie auch die noch freien Gährungssäuren die an den Zellenwänden abgelagerten alkalischen Salze zersetzen und mit sich zu im Wasser leicht löslichen Salzen verbinden. Die vorher mit den Alkalien verbundenen organischen Säuren (Aepfel-, Citronen-, Wein-, Gerbsäure) werden hierdurch frei, und nun durch den eingedrungenen Sauerstoff ebenfalls nach und nach in Humussäure und Kohlensäure umgewandelt, wodurch das Zersetzungswerk der zuerst entstandenen Gährungsproducte vollendet wird. — Alle die so entstandenen Gährungsproducte löst nun weiter das theils schon in der absterbenden Pflanze vorhandene, theils von aussen her mechanisch in sie eindringende Wasser auf und laugt sie allmählich so aus, dass von dem ehemaligen Pflanzenkörper nur noch das aus Pflanzenfaser bestehende und von erstarrter Kieselsäure oder unlöslichen Kalksalzen, Harzen oder Wachsen umhüllte oder durchdrungene Spiralgefäss- und Zellengerippe übrig bleibt. — Und hiermit ist der erste Act der pflanzlichen Zersetzung — die Entfernung des Zelleninhaltes und der Hülle der Pflanzenfaser — beendigt.

Versuch. Um diesen ganzen Auslaugungsprocess zu beobachten, darf man nur irgend eine Pflanze, z. B. eine Kohlpflanze, in ein Gefäss mit Wasser setzen. Schon nach einigen Tagen färbt sich das Wasser unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Kohlensäure braun und zeigt deutlich die Reactionen auf Humussäure, Ammoniak und Kali. Setzt man nun die Pflanze in ein neues Glas mit frischem Wasser, so färbt sich auch dieses wieder bräunlich, aber nicht mehr so dunkel. Und giebt man nach Abguss dieser zweiten Portion Wassers der Pflanze immer wieder frisches Wasser, so tritt am Ende ein Moment ein, in welchem das zugegossene Wasser gar nicht mehr gefärbt wird. Jetzt ist die Auslaugung der Pflanze vollendet. Macht man nun die Pflanze ganz trocken und untersucht dünne Schnittchen ihrer Wurzel unter dem Mikroskope, so gewahrt man nichts weiter, als das reine, etwas gebräunte Gerippe von Zellen- und Gefässsubstanz.

Lässt man aber die Pflanze in dem zuerst zugesetzten Wasser stehen, bis dasselbe ganz braun gefärbt ist, taucht dann ihren mürbe gewordenen Körper ganz unter dasselbe und verschliesst das Gefäss luftdicht, so geht eine starke Entwickelung von Kohlenoxydgas, etwas Schwefelwasserstoff und viel Kohlenwasserstoffgas vor sich und die Pflanze wird nach Ablauf eines halben Jahres theilweise in eine braune erdige Substanz (Humin) umgewandelt erscheinen.

Anders dagegen verhält sich die Pflanze, wenn man sie aus der braunen Lösung herausnimmt und nach gehöriger Abspülung luftdicht verschlossen

in ein Glas mit reinem destillirtem Wasser setzt: sie bleibt alsdann lange Zeit ganz unverändert. Es wirkt also die wässerige Lösung der Gährungsproducte, wie ein Ferment, anregend auf die weitere Umwandlung des noch übrigen Pflanzenfasergerippes.

Bemerkung: Eine ganz ähnliche Erscheinung kann man bei der Röstung des Flachses beobachten: Wird der zur Röstung vorbereitete Flachs in stehendes Wasser gesetzt, so wird unter Entwickelung von übelriechenden Gasen die Masse desselben von allen Säften und weichen Theilen befreit, so dass nur noch die mehr oder minder reine Pflanzenfaser übrig bleibt. Lässt man jetzt noch diese Flachsfaser in dem fauligen Wasserpfuhle stehen, so wird sie braun, mürbe und faulig. Legt man dagegen den Flachs nun in fliessendes Wasser, so wird er von allen anhaftenden Gährungs- und Fäulnissmaterien befreit und »faserrein«.

2) Nach Auslaugung der eben beschriebenen Producte beginnt der zweite Act der pflanzlichen Zersetzung, welcher sich nun lediglich mit der Umwandlung des noch übrigen Holzfasergerippes beschäftigt. Seine Zersetzung wird eingeleitet durch die im ersten Acte bereiteten humussauren Flüssigkeiten, welche, wie in dem eben angegebenen Versuche bemerkt worden ist, wie ein Ferment auf die Umwandlung der Zellensubstanz im Holzfasergerippe einwirkt und deshalb für die weitere Zersetzung dieses letzteren unentbehrlich ist. Trotzdem aber geht die Umwandlung desselben nur langsam vor sich; denn einerseits sind diese humussauren Substanzen nur in sehr verdünnter Lösung vorhanden und können darum nur allmählich wirken, und andererseits ist die Holzfaser von den gegen den Sauerstoff und das Wasser unempfindlichen Kalksalzen, Silicaten und Harzstoffen mehr oder weniger umschlossen. Wenn daher auch jene Humussäuren mit ihrem Ammoniak und anderen Alkalien die Holzfaser zur Oxydation anregen, so vermag sich doch nur zunächst die weichere Zellensubstanz dieser Faser durch Anziehung von Sauerstoff und unter Entwickelung von Wasser und etwas Kohlensäure in eine, viel Kohlenstoff, weniger Wasserstoff und wenig Sauerstoff haltige, Substanz umzuwandeln, welche anfangs aus gelbbraunem Ulmin und später bei weiterer Oxydation aus dunkelbraunem Humin besteht. Am Schlusse der Umwandlung dieser Zellensubstanz ist also von dem Pflanzenfasergerippe nur noch ein Gemisch von Ulmin oder Humin und Spiralgefässfaser übrig. Lagert nun dieses Gemisch von vegetabilischer Verwesungssubstanz an wasserreichen gegen die Luft mehr oder weniger verschlossenen alkalienarmen Orten, dann geht seine weitere Zersetzung nur äusserst langsam vor sich; denn nun kommen die Fröste des Herbstes und des Winters und hemmen vollends das Fortschreiten der Verwesung, indem sie die bis dahin entstandene Huminsubstanz in eine gegen den Sauerstoff unempfindliche, nur noch für das Wirken von Aetzalkalien empfängliche Masse (in sogenannten »tauben,

todten oder kohligen Humus« der Landwirthe) umwandeln. Zu diesem Einwirken des winterlichen Frostes tritt endlich noch die mit dem Herbste sich gewöhnlich vermehrende Wassermenge, welche die in Verwesung begriffene Pflanzensubstanz überfluthet und so ganz aus dem Wirkungskreise der Atmosphäre entfernt.

3) Mit dieser Durchfrostung und Unterwassersetzung beginnt endlich die letzte Reihe der Umwandlungsprocesse in der noch übrigen aus Humin und Spiralgefässfaser bestehenden Pflanzensubstanz. Der Humusbestandtheil derselben saugt sich voll Wasser, wodurch die vegetabilische Verwesungsmasse so schwer wird, dass sie unter ihrer Wasserdecke ganz zu Boden sinkt. Die nun über ihr stehende Wassersäule presst sie so zusammen, dass sie einen mehr oder minder dichten Filz bildet. Zugleich aber wird theils durch das von ihrem Humusbestandtheile eingesogene und stark in seiner Masse zusammengepresste, theils durch das zwischen den Pflanzenfilz eingedrungene und ebenfalls — durch den Druck der darüber stehenden Wasserdecke — zusammengedrückte und verdichtete Wasser viel Wärme frei. Durch diese wird — ähnlich wie in nassen, festzusammengepressten Heu- oder Düngerhaufen — die noch unzersetzte Pflanzenfaser so stark erhitzt, dass sie unter Entwickelung von kohlenwasserstoffhaltigen Gasen sich in eine kohlige Substanz verwandelt, welche äusserst gierig — wie jede frische Kohle — die eben erst sich entwickelnden Gase wieder in sich aufsaugt und ganz oder theilweise in sich zu kohlenwasserstoffreichen Substanzen, wie Harzen und Bitumen, verdichtet. Die so von Bitumen und Harz durchdrungene, aus Humin und verkohlter Pflanzenfasermasse bestehende Masse ist ganz unempfindlich gegen alle weitere Veränderungen und bildet nun diejenige Substanz, welche man im gewöhnlichen Leben reifen Torf, Pechtorf oder Torfkohle nennt, während man die aus Humin und eben erst angekohlter Pflanzenfaser bestehende Masse als unreifen Torf bezeichnet.

Nach allem diesen hat demnach die eigentliche Vertorfung der Pflanze viel Aehnliches mit der Verkohlung oder unvollständigen Verbrennung derselben in Kohlenmeilern, nur mit dem Unterschiede, dass bei der Vertorfung in Folge ihrer Erzeugung unter Wasserdruck und allmählicher Erhitzung die flüchtigen und flüssigen Ausscheidungsproducte, wie Harze, Bitumen und Holzsäure, mit der verkohlenden Substanz innig verbunden bleiben, bei der Verkohlung aber in Folge ihrer Erzeugung durch starke Hitze entweichen, — so dass demnach der reine Torf von harzigen (holztheerartigen) bituminösen Substanzen und Holzsäure (Holzessig?) durchdrungene Kohle ist.

Man kann sich von der Wahrheit dieser Thatsache überzeugen, wenn man einerseits getrocknete, aber sonst noch frische Torfbildungsgewächse,

z. B. Haide oder Wollgras, und andererseits Torfsorten von verschiedener Ausbildung der trockenen Destillation unterwirft. Ich habe es wiederholt gethan und von beiden ziemlich dieselben Destillationsproducte erhalten; denn es gab mir bei diesem Processe von gleichen Theilen

Haide unter Entwickelung von etwas Kohlensäure, Kohlenoxydgas und viel Kohlenwasserstoffgas
wenig Wasser,
ziemlich viel Holzsäure und
ziemlich viel Holztheer,
wobei 29,8 p. C. Kohle und Asche übrig blieb;

unreifer Haidetorf (3 Fuss unter der Oberfläche des Moores gestochen), unter Entwickelung von etwas Kohlenoxydgas und ziemlich viel Kohlenwasserstoffgas
viel wässerige Holzsäure und
ziemlich viel Holztheer,
wobei 33 p. C. Kohle mit Asche zurückblieb;

ziemlich reifer Haidetorf (7 Fuss unter der Oberfläche des Moores gestochen), unter Entwickelung von viel Kohlenoxydgas und ziemlich viel Kohlenwasserstoffgas
viel Holzsäure und
viel Holztheer,
wobei 38,6 p. C. Kohle und Asche übrig blieb;

ganz reifer, amorpher Torf (10 Fuss unter der Oberfläche gestochen), unter Entwickelung von ziemlich viel Kohlenwasserstoffgas
viel Holzsäure und
sehr viel Holztheer (Bitumen),
wobei 59,2 p. C. Kohle mit Asche übrig blieb.

§. 43. So ist im Allgemeinen der Process, durch welchen die abgestorbene (namentlich gerbsäurefreie) Pflanzenmasse in Torf umgewandelt wird und welchen ich weiterhin einfach den Vertorfungsprocess nennen werde, beschaffen. Im Besonderen aber erleidet derselbe je nach der Beschaffenheit der vertorfenden Pflanzenarten selbst, sowie der dabei obwaltenden Nebenumstände so mannichfache Abänderungen, dass ich wenigstens die wichtigsten der letzteren im Folgenden näher ins Auge fassen muss.

Was zunächst den Einfluss der Pflanzenmasse selbst uaf ihre Vertorfung betrifft, so lehrt im Allgemeinen die Erfahrung, dass eine Pflanzensubstanz um so mehr zur Vertorfung geeignet ist, je langsamer ihre Verwesung vor sich geht und dass demgemäss:

a) stickstoffreiche, gerbsäurearme Pflanzensubstanzen, welche

leichter in Gährung übergehen und schneller verwesen, als stickstofffreie, sich eher zersetzen, als sie vertorfen können;

b) gerbsäure- und harz- oder wachsreiche Pflanzensubstanzen, welche sich sehr langsam zersetzen, bei ihrer Zersetzung sehr viel Sauerstoff und nur wenig Wasser brauchen und in Folge dessen unter Wasser bei Mitwirkung von Wärme nicht verwesen, sondern nur ankohlen, leicht vertorfen können;

c) Pflanzen, deren Zellenfaser mit unlöslichen Kalksalzen überkleidet ist, dem Sauerstoff nur sehr wenig Einfluss gestatten und in Folge davon sehr langsam verwesen, aber leicht vertorfen;

d) Pflanzen, deren Zellenfaser von erstarrter Kieselsäure überzogen oder durchdrungen ist, sowohl der Verwesung, wie der Vertorfung die grössten Hindernisse entgegensetzen;

e) Pflanzen, deren Zellengewebe sehr hygroskopisch ist und sich in Folge davon bei wasserreicher Umgebung so voll Wasser saugt, dass es wie ein durchnässter Schwamm aufquillt, den Umwandlungspotenzen gar keinen Einfluss gestatten und demgemäss sich weder zersetzen, noch vertorfen.

f) Endlich ist aber auch zu bemerken, dass unter den Gliedern einer und derselben Pflanze sich nicht alle gleichgut zur Torfbildung verhalten, ja dass ein und dasselbe Glied in den verschiedenen Entwickelungsstadien einer Pflanze sich verschieden bei der Vertorfung zeigt, wie es eben in verschiedenen Zeiten seines Lebens verschiedene Stoffe besitzt. Im Allgemeinen lässt sich in dieser Beziehung nur angeben, dass

einerseits unter den verschiedenen Gliedern einer Pflanze diejenigen, welche sehr reich an Alkalien oder sehr arm an Gerbsäure und Harzsäften sind, viel zu rasch verwesen, um vertorfen zu können, und

andererseits junge Pflanzen wegen ihrer noch sehr saftreichen und an Gerbsäure, Harz und Wachs armen Organe ebenfalls zu schnell verwesen.

Wenden wir nun diese Erfahrungssätze auf die Torfbildung aus verschiedenen Pflanzen an, so erhalten wir folgende Resultate:

1) Unter den moorbildenden Pflanzen eignen sich die Wassermoose am wenigsten zur Bildung eines wahren Torfes, theils weil ihr Zellengewebe sich stets strotzend voll Wasser saugt, wodurch ebenso, wie durch das, alle ihre Zwischenräume ausfüllende und umfluthende, Wasser aller Zutritt von Sauerstoff zu ihrer Masse abgeschnitten wird, theils aber auch, weil ihre Substanz überhaupt zu arm an Stoffen ist, welche nach den obigen Erfahrungen ihre Umwandlung in Torf befördern könnten, indem sie nach einer Analyse von Wiegmann in 100,000 Ge-

wichtstheilen nur 0,140 Kali; 0,178 Natron und 0,362 Kalkerde enthält; — theils endlich auch, weil sie zuviel erstarrte Kieselsäure (nach Wiegmann 2,289) besitzt, welche allen Einfluss des Sauerstoffes hemmt.

Nach Griesebach (Emsmoore, S. 12 und 61) bilden diese Wassermoose »im Papenburger Moor die unterste und älteste Schichte des Moores und sind trotz des Druckes von einer mehr als 20 Fuss hohen Ueberlage reifen Torfes auf keine Weise verändert worden«. Dieselbe Beobachtung hat Lesquereux (a. a. O., S. 48 ff.) und Dau (a. a. O., S. 14 ff.) gemacht.

Ich selbst habe in einem Torfstiche an der Rhön unter einer 10 Fuss mächtigen Haidetorflage eine Schichte Moostorf beobachtet, deren Masse aus stark gebräunten, sonst aber noch unzersetzten Wassermoosen bestand. Sendtner dagegen ist geneigt, anzunehmen, dass sich die Sphagnen allmählich auch noch in eigentlichen Torf umwandeln, weil er (a. a. O., S. 644) in den Hochmooren Südbayerns, deren Hauptmasse nach seiner Angabe (S. 636) vorherrschend aus Sphagnen besteht, bei einer Tiefe von 6 Fuss nur selten noch Spuren von diesen Moosen fand. Freilich hat er hiermit noch nicht gesagt, ob die Torfmasse in diesen Tiefen überhaupt aus Wassermoosen gebildet worden war.

Mir erscheinen nach allen Erfahrungen die Wassermoose überhaupt nur als das Mittel, durch welches die Moorbildung eingeleitet und die Wassermenge zusammengehalten wird, welche zur Vertorfung der übrigen Moorgewächse nothwendig ist, — nicht aber selbst als eine Torfbildungssubstanz, wie denn überhaupt Torfmoore, welche nur allein aus Moostorf gebildet werden, zu den grössten Seltenheiten gehören dürften.

2) Unter den grasartigen Gewächsen (Glumaceen) sind die eigentlichen Gräser (Gramineen) einerseits wegen ihres starken Gehaltes an Alkalien, Proteinsubstanzen und erstarrter Kieselsäure und andererseits wegen ihrer Armuth an Gerbsäure und harzigen Stoffen wenig zur Vertorfung geeignet. An freier Luft liegend verwesen sie wohl rasch, aber im Wasser bleibt ihre von Kieselsäure durchdrungene Pflanzenfaser ausserordentlich lange unversehrt, wie die nur gebleichten oder gebräunten, sonst aber meist wohl erhaltenen Reste ihrer Halme, Blattscheiden und Blätter selbst in tiefen Lagen alten reifen Torfes beweisen. Auch sind es verhältnissmässig nur wenige Arten derselben, welche sich auf moorigem Boden heimisch fühlen, wie mehrere Arten der *Calamagrostis, Poa aquatica*, *Glyceria fluitans*, *Molinia coerulea* und vor Allen *Nardus stricta*, welches ähnlich den Wassermoosen, wie oben gezeigt worden ist, als eine Vorbereiterin des Bodens zur Moorbildung betrachtet werden muss.

Anders ist es mit den Scheingräsern (Cyperaceen), vorzüglich mit einzelnen Arten derselben (siehe oben), welche arm an eigentlichen

Alkalien und nur in ihren Blattscheiden reich an Kieselsäure sind, dagegen meist viel unlösliche Kalksalze und ausserdem auch etwas harzige Stoffe und Gerbsäure enthalten. Sie verwesen sehr langsam und vertorfen, mit Ausnahme ihrer kieselsäurereichen Blattscheiden, ziemlich leicht, weshalb man in von ihnen gebildeten Torfmooren gewöhnlich nur einzelne unbedeutende Blattreste, aber mehr oder weniger gut erhaltene Blattscheiden antrifft.

Zusatz. Nach Wiegmann (a. a. O., S. 35) enthält

1) *Carex caespitosa*:
   a) an in Wasser und kohlensaurem Natron löslichen Bestandtheilen 50,380 Gewichtstheile (Gerbsäure, Schleim und einige Chlormetalle);
   b) an in Weingeist löslichen Substanzen:
      0,43 Theile Wachs,
      3,12 Theile Harz und Chlorophyll;
   c) an in Säuren löslichen Bestandtheilen:
      1,200 Th. Kalkerde,
      0,510 Th. Magnesia und
      0,360 Th. Phosphorsäure;
2) *Eriophorum vaginatum*:
   a) an durch Wasser ausziehbaren Bestandtheilen: (Gummi, Schleim, Gerbstoff, Eiweiss und Salzen) = 6,500 Theile;
   b) an in Weingeist löslichen Substanzen: (Wachs, Harz und Chlorophyll) = 1,400 Theile;
   c) an durch Kalilauge ausgezogenen Theilen: (Eiweiss und Gallertsäure) = 11,000 Theile.

3) Die sogenannten Schwimmpflanzen (Arten der *Lemna* und *Chara*, des *Hippuris*, *Ceratophyllum*, *Myriophyllum* und *Potamogeton*) kommen vorherrschend in kalkhaltigen Gewässern vor und enthalten auch in ihrer Substanz neben harzigen Stoffen und phosphorhaltigen Stickstoffsubstanzen viel unlösliche Kalksalze. Wegen ihrer Stickstoffsubstanzen verwesen sie an der Luft rasch; aber wegen ihres Harz- und Kalkgehaltes sind sie auch gute Torfbildner. Wahrscheinlich geben sie vorzüglich das Bildungsmaterial zum Schlamm- oder Baggertorf ab.

4) Die Haidearten (Ericaceen) enthalten sämmtlich reichlich Wachsharz und Gerbstoff, ausserdem phosphor- und schwefelsaure Kalkerde und Kieselerde, bilden bei ihrer äusserst langsamen Verwesung einen von Wachsharz durchzogenen Humus und sind wegen ihres Reichthums an Wachsharz und Gerbstoff zwar langsame, aber sehr gute Torfbildner. Nach einer Analyse von Wiegmann (S. 45) enthält *Calluna vulgaris* in 100,000 Theilen

a) an in Wasser löslichen Bestandtheilen (Gallertsäure, Gerbstoff, Gummi, Eiweiss und einigen Salzen) = 30,400 Theile;
b) an Gallertsäure und etwas Eiweiss = 25,450 Theile;

c) an Wachs, Harz und Chlorophyll = 5,870 Theile;

d) an Pflanzenfaser = 38,280 Theile.

In der Asche selbst befinden sich: 0,094 Kali, 0,200 Natron, 0,518 Kalkerde, 0,164 Magnesia, 0,045 Thonerde, 0,053 Eisenoxyd, 0,090 Manganoxyd, 0,582 Kieselerde, 0,102 Schwefelsäure, 0,012 Phosphorsäure und 0,095 Chlor.

5) Die Abfälle der Bäume enthalten in ihren Stammtheilen, namentlich in der Rinde viel Gerbstoff und harzige Substanzen und verwesen deshalb sehr langsam, geben aber gute Torfsubstanzen. Vorzüglich aber ist dies der Fall mit den Nadeln der Zapfenbäume, namentlich der Kiefer. An der Luft liegend, verwesen diese erst dann, wenn sie mit einer die Feuchtigkeit zusammenhaltenden Moosschichte bedeckt worden sind; in einem moorigen Wasser aber bilden sie in nicht sehr langer Zeit einen zuerst faserigen, später amorphen, bitumenreichen Torf.

Aus den eben mitgetheilten Erfahrungen sieht man zur Genüge, dass die Gerbsäure und die harzigen oder wachsartigen Stoffe bei der Vertorfung der Gewächse eine scheinbar grosse Rolle spielen. Welche Rolle aber? — Das ist in mancher Beziehung noch problematisch. — Welche Ansicht ich durch Erfahrungen über das Wirken dieser Stoffe erhalten habe, will ich im Folgenden mittheilen.

Was zunächst die Gerbsäure betrifft, so ist es wohl bekannt, dass dieselbe in der Regel mit der Holzfaser, namentlich des Rindenkörpers, innig verbunden vorkommt und vorzüglich im gelösten Zustande eine sehr grosse Neigung besitzt, Sauerstoff an sich zu ziehen und sich durch denselben in Brenzgallussäure (Pyrogallussäure, $C^{12}H^{6}O^{6} + 2\,CO^{2}$) zu verwandeln. Kommt diese letztgenannte Säure mit einer ammoniakalischen Lösung in Berührung, so verbindet sie sich rasch mit derselben, entzieht ihrer Umgebung nun vollends allen Sauerstoff und färbt sich stark braun. Bedenkt man alles dieses, so wird man auch zugeben, dass die Gerbsäure schon in der von ihr durchdrungenen Holzfasermasse die Angriffe des Sauerstoffes und hierdurch deren Humification verhindert, während sie selbst mit dem — aus der Gährung der stickstoffhaltigen Substanzen entstandenen — Ammoniak zuerst brenzgallussaures und dann huminsaures Ammoniak bildet. Wird nun eine mit solchem brenzgallussaurem Ammoniak durchdrungene und durch dasselbe braun gefärbte Pflanzenfasermasse unter Wasser versetzt, ehe das ebenerwähnte Salz zu huminsaurem Ammoniak werden kann, so wandelt sich diese Fasersubstanz lediglich durch die jetzt entstehende Hitze in die oben bei dem Vertorfungsprocesse beschriebene kohlige Substanz um, während das brenzgallussaure Ammoniak zu brenzsaurem (holz- oder holzessigsaurem [?]) Ammoniak, einem eigenthümlichen Kreosot-haltigen Salze wird, welches nun vollends die von ihm durchdrungene Verkohlungsmasse gegen jede weitere Oxydation schützt

und unempfindlich macht. Unterwirft man diese Verkohlungssubstanz der trockenen Destillation, so erhält man in der Vorlage unter Entweichung von ammoniakalischen Dämpfen die stark sauer reagirende, brenzlich riechende, sich wie Holzessig verhaltende, Brenzsäure untermischt mit theerartigen Stoffen, und in dem Kolben bleibt reine Kohle zurück.

Nach diesen meinen Erfahrungen verhindert die Gerbsäure vorzüglich die Humification der unter Wasser versetzten Pflanzenfaser, woher es auch kommt, dass alle die stark von dieser Säure durchzogenen Pflanzentheile, wie namentlich die Rinde der Bäume, so ausserordentlich lange fast unverändert, unter Wasser liegen können. An der Luft liegend befördert sie dagegen diese Humification, sobald sie sich erst in humin- und weiter in quellsaures Ammoniak umgewandelt hat, indem sie dann alle stickstofffreien Pflanzenstoffe zur Gährung anregt.

Wie nun die Gerbsäure durch ihre Sauerstoffanziehung die rasche Humification der unter Wasser liegenden Pflanzenfaser hemmt und hindert, so thun dies die harzigen und wachsartigen Stoffe durch ihre Unempfindlichkeit gegen den Sauerstoff und das Wasser. Demgemäss werden also die von ihnen durchdrungenen und umhüllten Pflanzenfasermassen, auch wenn sie an der Luft liegen, sich aus Mangel an Sauerstoff und Feuchtigkeit nicht eher zersetzen können, als bis sich die in ihnen etwa vorhandene Gerbsäure und Proteinsubstanz allmählich in humin- und quellsatzsaures Ammoniak verwandelt und sie so zur Gährung angeregt hat. Unter Wasser aber werden sie — wie die nur Gerbsäure-haltigen Substanzen — erst durch den Vertorfungsprocess in Torfkohle umgewandelt, indem die mit ihnen verbundenen Harzstoffe in Folge der freiwerdenden Hitze sich ganz oder theilweise mit dem brenzsauren Ammoniak zu jenen eigenthümlichen Stoffen vereinigen, welche man Brenzharze, Erdharze oder Bitumen nennt und bei der trockenen Destillation untermischt mit der Brenzsäure in der Vorlage erhält.

Das in der Kürze meine auf Versuche gestützten Ansichten über den Einfluss der Gerbsäure und Harzstoffe auf die Vertorfung der Pflanzenfaser.

Zusatz. Interessant ist die künstliche Bereitung von Torf, welche Wiegmann (Ueber die Entstehung des Torfes, S. 60 ff.) erwähnt. Er beschreibt dieselbe mit folgenden Worten:

»Ich liess im Frühlinge 1828 ein 2 Fuss tiefes, ebenso breites und 3 Fuss langes Loch in der Erde mit Kieselsteinen ausmauern, füllte dasselbe mit den Pflanzen und Gräsern, welche im Hagenbruche auf dem Torfmoore und um dasselbe wachsen, und mit einigen Conferven und Lemnen, die ich auf dem Moore fand, an, trat die etwas zerkleinerten Pflanzen mit ihren von Erde gesäuberten Wurzeln fest ein, übergoss sie mit Wasser, so, dass dasselbe einen guten Zoll hoch darüber stand, legte einen das Behältniss fast ganz ausfüllenden Deckel darauf, beschwerte diesen mit einem Steine, und deckte das Ganze mit einem Brette zu, um das Einströmen von Regen- und Schneewasser zu verhindern.

Schon nach einigen Wochen war die Masse in heftige Gährung gerathen, die weichen Theile der Pflanzen waren braun geworden, und beim Durchstossen der Masse entwickelte sich eine grosse Menge Kohlen-, Schwefel- und Phosphor-Wasserstoffgas mit höchst widerlichem Geruche, der sich auch bis zum Eintritte des Spätherbstes nicht verlor. Zu dieser Zeit war die Masse theils dadurch, dass sie zuweilen, um sie gleichförmiger zu machen, mit einem Spaten durchstossen wurde, theils durch die Zersetzung der weichen Theile der Pflanzen, fast gleichförmig, schwarzbraun, und überhaupt sehr torfähnlich geworden. Nun mischte ich die bei der Analyse des Torfes in demselben gefundenen mineralischen Substanzen in dem Verhältnisse, als ich dasselbe zu dem vorhandenen Humus passend glaubte, hinzu, ebnete die Masse, übergoss sie hierauf wieder mit so viel Wasser, dass es einen Zoll hoch darüber stand, und liess sie im Winter gefrieren.

Im Frühlinge des Jahres 1829 fand ich die nun aufgethauete Masse sehr zusammengesunken, ganz schwarzbraun, schlüpfrig, fast geruchlos und dem Torfe sehr ähnlich. Um die Masse zu vergrössern, mehr Humussäure zu gewinnen und die Verschiedenheit der Jahresschichten besser beobachten zu können, stopfte ich das Behältniss wieder mit jenen Gräsern und Pflanzen, nebst deren Wurzeln voll, übergoss sie wieder mit Wasser und behandelte sie wie im vorigen Jahre, setzte der Masse im Herbste wieder die mineralischen Substanzen zu, und erhielt sowohl den Sommer über, als nach dem darauf folgenden Winter, gleiche Resultate, welche bei gleichem Verfahren in den Jahren 1830 und 1831 dieselben waren. In dem sehr gelinden Winter von 1831 auf 1832 hatte sich die oberste Schicht der Masse nicht so deutlich, als in den vorhergegangenen kältern Wintern, verändert, weil die unteren Schichten schon viele fäulnisswidrige Humussäure enthielten, und war nicht so schwarzbraun und geruchlos, als es in den verflossenen Jahren die früheren Schichten gewesen waren. Auch hatte, wahrscheinlich im Anfange des Frühlings, ein Maulwurf in diesem kleinen künstlichen Torfmoore Erde aufgeworfen, wodurch die Schichten nicht allein mit einander gemengt, sondern auch die so gut gerathene Masse mit weit mehr Erde und Sand, als der Torf sonst enthält, vermischt worden ist, wodurch der künstliche Torf nicht allein sein Ansehen verloren hat, sondern auch bröckelig und schwerer geworden ist. Die von der Erde, so gut als es thunlich war, gesäuberte Masse, habe ich in dem verflossenen Sommer in einer verpechten Kiste von der Grösse jenes Behältnisses, nachdem ich sie fest eingedrückt, und in dasselbe gesetzt hatte, auf die angegebene Weise behandelt, in dem nun verflossenen Winter gefrieren lassen, und fügte diesem Aufsatze die Probe dieses, aus den Schichten der vorhergegangenen 4 Jahre bestehenden Torfes, unter der Bezeichnung: Künstlicher Torf von 1832 bis 1833, bei. Zugleich erfolgten aber auch die Proben aller Jahrgänge von 1829 an, damit die Akademie in den Stand gesetzt würde, den jährlich deutlicher werdenden Uebergang der abgestorbenen Pflanzen in Torf selbst beobachten zu können. Sichtbar wird durch die jährlich sich aufs Neue aus den hinzu gekommenen frischen Pflanzen erzeugende, und im Winter gefrierende Humussäure, sowie durch den vermehrten Druck, der gebildete Torf mit jedem Jahre dichter und erdharzhaltiger, wodurch er die Fähigkeit erlangt, länger Feuer zu halten, und eine anhaltende Kohle zu liefern.«

§. 44. Nächst den Pflanzen selbst wirken aber auch noch manche Nebenumstände bald hemmend bald fördernd auf die Vertorfung von abgestorbenen Pflanzen ein.

Zunächst übt die mineralische Beschaffenheit der Bodenstelle, auf welcher sich eine Moorung bildet, einen grossen Einfluss aus. Enthält die Gesteins- oder Bodenmasse derselben sehr viel alkalische Salze, welche sich theils schon ihrer Natur nach im Wasser lösen, theils durch die bei der beginnenden Verwesung der moorbewohnenden Pflanzen frei werdenden Säuren in lösliche Salze umwandeln, so wirken diese so stark ätzend auf die Verwesungssubstanzen ein, dass diese vollständig zu Humus werden, und demzufolge keinen Torf bilden können. Hierin mag der Grund liegen, warum wahre Torfmoore so selten auf einer kalkmergeligen oder kalkreichen Unterlage vorkommen; warum eine Torfbildung in ihrer weiteren Entwickelung gestört, ja sogar noch in eine wahre Humuslage umgewandelt wird, wenn ihre Oberfläche mit Kalkschutt oder Asche (Seifensieder-Abfall) bedeckt wird.

Sendtner giebt (a. a. O., S. 645) an, dass am Kochelsee der dem See angrenzende Theil des Moores, dessen Vegetation vorzugsweise aus Schilf (*Phragmites communis*) besteht, ohne Torfbildung ist und dass das Erdinger-Moos bei Wasserburg, ein Wiesenmoor, und der Riederfilz daselbst, ein Hochmoor, grossentheils des Torfes entbehren. Schade, dass er die näheren Ursachen dieses Torfmangels und überhaupt die Ersatzmittel des Torfes in diesen Mooren nicht weiter angiebt.

Ferner wird in Mooren, welche unaufhörlich von klaren, fliessenden Wassern durchzogen werden, ebenfalls die weitere Torfbildung in der nächsten Umgebung dieser Fliesswasser verhindert, indem diese Wasser unaufhörlich Sauerstoff und auch wohl Lösungen von alkalischen Salzen den abgestorbenen Pflanzen zuleiten und auch hierdurch deren vollständige Humification befördern.

Auch heisse, trockene und lange Sommer und darauf folgende gelinde schnee- und frostarme Winter befördern die Humification und verhindern die Vertorfung der abgestorbenen Moorgewächse.

Ferner lehrt auch die Erfahrung, dass im Werden begriffene Torfbildungen in Wäldern in ihrer weiteren Entwickelung gehemmt und zu wirklichen Humuslagern umgewandelt wurden, sobald die beschattenden und die Feuchtigkeit zusammenhaltenden Wälder gerodet oder stark gelichtet wurden.

Dagegen zeigt aber auch die Erfahrung, dass an Stellen in Wäldern, wo sonst keine Vertorfung der Pflanzenabfälle stattfand, diese eintrat, sobald durch Grösserwerden der diese Orte umgebenden Bäume der Sonne aller Zutritt zum Boden abgeschnitten wurde. Ebenso weiss man auch, dass in früher klaren Wasserbecken mit kiesigem Boden eine Vertorfung

der in denselben wachsenden und absterbenden Pflanzen eintrat, als in Folge von starken Regengüssen wiederholt viel Thonschlamm in dieselben gewälzt worden war.

Endlich ist hier auch noch zu erwähnen, dass sich auf dem Grunde des Meeres keine Torflager erzeugen können, trotzdem dass sich auf demselben mächtige Wälder und weit ausgedehnte Wiesen von Seetangen (*Fucus*, *Sargassum*) befinden und ausserdem Jahr aus Jahr ein zahlreiche Gewächse absetzen, welche theils durch die Meereswoge selbst den Strandgeländen geraubt, theils durch die Ströme des Landes in das Meer gefluthet werden. Der Grund von dieser Erscheinung liegt theils in der sich gleich bleibenden Temperatur der unteren Meeresschichten, theils in dem ewig bewegten Zustande der Meeresmasse, vorzüglich aber in den Strömungen derselben, durch welche unaufhörlich die sich zu Boden setzenden Pflanzenreste translocirt und mit atmosphärischer Luft versorgt werden, theils in den unzählbaren animalischen Verwesungsstoffen, durch welche die abgestorbenen Pflanzenmassen zur Humusbildung angeregt werden, theils in dem Iod-, Brom- und Chlorgehalte der meisten Seegewächse, welcher diese letzteren nach ihrem Absterben rasch zersetzt, theils endlich in der grossen Menge von alkalinischen Salzen, welche das Meerwasser in sich gelöst enthält. Befinden sich demungeachtet hie und da, wie z. B. an den Küsten der Nordsee Torflager, so sind dieselben durch Senkung der anliegenden Strandgelände unter den Meeresspiegel gerathen, wie im §. 55 gezeigt werden wird.

§. 45. Es ist bis jetzt immer nur von der Torfbildung auf dem Grunde der Moore, also unter Wasser, die Rede gewesen; es kann sich aber auch auf an sich trockenen Orten, z. B. auf Felsflächen, Torf bilden, wenn dieselben nur eine feuchte, Jahr aus Jahr ein durch Nebel getränkte, Lage besitzen. In diesem Falle siedeln sich zuerst dichte Moospolster (von *Bartramia*, *Fissidens osmundoides*, *Dicranum elongatum*, *Tetraplodon urceolatus*, *Polytrichum*, *Sphagnum acutifolium*) untermischt mit Flechten verschiedener Art, so namentlich mit der Rennthierflechte (*Cladonia rangiferina*) an. Bei ihrer Verwesung bilden diese Gewächse einen kohligen Humus, welcher sich unaufhörlich voll Nebelfeuchtigkeit saugt und sehr bald die Brutstätte von Eriken und Vaccinien bildet. Diese Gewächse geben nun bei ihrem Absterben einen gerbsäure- und wachsharzreichen, ebenfalls kohligen Humus, welcher sich mit dem Mooshumus mischt und eine schwarze, kohlenähnliche, immer nasse Masse bildet, die sich beim Verbrennen ganz torfartig zeigt, obgleich sie streng genommen nichts weiter als ein Gemisch von nassem Haide- und Mooshumus mit noch in Verwesung begriffenen Moos- und Haidewurzeln ist. Sie kann aber in der Folgezeit noch zu einer Torflage werden, wenn durch die Wucherung der aus ihr emporwachsenden Moose, Flechten und Haiden ihre Lagerstätte erst moorig geworden ist.

Unter diesen Verhältnissen kann sich also auch selbst auf einer schiefliegenden Bergfläche ein Torflager erzeugen. Grosse Mächtigkeit wird indessen dasselbe nicht erreichen können, weil es, sobald es sich recht voll Wasser gesogen hat, dem nach unten drückenden und sich sackenden Wasser folgen und an seiner schiefen Lagerstätte herabgleiten würde.

Sendtner erwähnt S. 645 solche angehende Torflager von 1½ Schuh Mächtigkeit am Gipfel des Hochfelln, Geigelsteins und Gramers auf Dolomit und am Untersberg auf Kalkstein und sagt, dass es wenig Berge (doch nur in der Nebelregion der Hochgebirge?) gebe, welche nicht derartige Beispiele darböten. — Lesquereux führt in seinem Werke sogar in der Luft schwebende Torflager (?) an.

Nähere Beschreibung der Torfgebilde.

§. 46. **Allgemeiner Charakter.** Nachdem in den §§. 41 und 43 mitgegetheilten Vertorfungsprocesse der Pflanzen ist der eigentliche Torf ein von bituminösen (holztheerartigen oder harzigen) Substanzen und Holzsäure (Holzessig) mehr oder weniger durchdrungenes Gemenge von Ulmin (oder Humin) und vegetabilischer, brauner bis schwarzer Kohle, welche im ganz durchnässten Zustande schlammig, teigig und knetbar oder aufgeschwollen schwammig, im trockenen aber pulverig oder fest erscheint und bei Luftzutritt angezündet unter Entwickelung von schwächerer oder stärkerer Hitze und unangenehm brenzlich, wachs-, pech- oder talgartig riechendem, flammendem Rauche bis auf einen grösseren oder kleineren Rückstand von Asche verbrennt.

Je nach dem unvollkommeneren oder vollkommeneren Grade der Vertorfung, je nach dem äusseren Ansehen und Aggregatzustande oder je nach den seine Hauptmasse bildenden Gewächsen unterscheidet man indessen folgende Abarten des Torfes:

A. Torfarten, deren Masse aus noch mehr oder weniger deutlich erkennbaren, zusammengefilzten Pflanzenresten besteht. (Schwamm- oder Filztorf.)

1) **Moostorf.** Leichte, weissgelbe bis gelbbraune, aus mehr oder minder in einander verfilzten, deutlich erkennbaren Wassermoosen bestehende Masse, welche im frischen Zustande von angesogenem Wasser schwammig aufquillt, im ausgetrockneten Zustande aber faserigfilzig erscheint und beim Erhitzen an der Luft mit wenig Hitzkraft und ohne merkliche Entwickelung von harzig riechenden, flammenden Dämpfen verbrennt.

Diese Art des Torfes, welche nach Sendtner vorherrschend aus *Sphagnum capillifolium Ehrh.* gebildet wird, ausserdem aber auch noch andere Sphagnen (*Sphagnum cuspidatum*, *molluscum*, *acutifolium*) enthält, ist streng genommen kein wahrer Torf, sondern, wie oben schon angegeben worden ist, eine vom Wasser ganz durchdrungene und schwammig aufgequollene Wassermoosfilzmasse.

2) Der **Gras-** oder **Wiesentorf** (Darg), ziemlich schwere, unrein gelbbraune bis schwarzbraune Masse, welche aus einem Gemenge von Torferde und durch einander verfilzten oder auch lagenweise auf einander gepressten Wurzel-, Stengel- und Blattresten von vertorfenden Sumpfgräsern (Cyperaceen) besteht, beim Austrocknen fest zusammenbackt und im ganz trockenen Zustande angezündet mit widerlich brenzlich riechendem, flammendem Dampfe und unter bedeutendem Absatz von Asche verbrennt.

Der eigentliche, jetzt sich noch fortbildende Grastorf bildet das Hauptbildungsmaterial der sogenannten Grünlandsmoore; der Darg aber, welcher wegen seiner eigenthümlichen Lagerungsverhältnisse an oder im Meere früher meist für einen aus Meerpflanzen gebildeten Torf gehalten wurde, ist nichts weiter als ein alter, von Seealluvionen verschütteter, reifer Wiesentorf, da er lauter Einschlüsse von Wiesenmoorpflanzen enthält (vgl. §. 54 und 55). Bei seiner vollständigen Reife geht er in Pechtorf über.

3) Der **Haide-** oder **Hochmoortorf** (Hagetorf), sepienbraun, aus erdigen, humosen Theilen und filzig durcheinander gewebten Körperresten (namentlich Wurzelfasern) von Haidearten (namentlich *Erica Tetralix* und *Calluna vulgaris*) und Graswurzeln bestehende Masse, welche beim Austrocknen fest zusammenbackt und im ausgetrockneten Zustande angezündet mit widerlich talg- oder pechähnlich und brenzlich riechendem, flammendem Dampfe und unter Absatz von viel erdiger Asche verbrennt. — Er bildet das Hauptbildungsmaterial der Hochmoore.

4) Der **Blätter-** oder **Waldtorf**, bald gelbliche, bald unrein dunkelbraune, filzig faserige oder blätterige und sich in — oft papierdünne — Lagen spalten lassende Masse, welche vorherrschend entweder aus verrotteten Nadeln von Kiefern oder aus Blättern von Erlen, Birken, Weiden und Aspen, bisweilen auch von Ulmen und Ahornen besteht, an der Luft beim vollständigen Austrocknen zu unrein gelbbraunem Pulver zerfällt, und beim Erhitzen unter Ausstossung eines dicken, brenzlich riechenden, wenig flammenden Dampfes zu Asche verbrennt.

5) Der **Algen-** (oder **Meeres-**) **torf**, eine aus schwarzbraunen, dicht in einander verfilzten Algen und Seetang (?) bestehende, meist sich fasernde oder in dünne Blättchen sich spaltende Masse, welche sich hauptsächlich in der Nähe des Meeres (z. B. nach Dau S. 72 auf der Insel Alsen bei

Flensburg; nach Fabricius an der Halbinsel Oreland; nach Fischerström bei Trelleberg etc.) als Unterlage des Sandes und mancher Marschbildungen befindet und beim Brennen einen sehr schlecht riechenden Dampf ausstösst. Nach Chamisso's, Fr. Hoffmann's und Poggendorff's Untersuchungen einer Reihe von Torfmooren, welche dicht hinter den Dünen der Ostsee mit einem ansehnlichen Theile ihrer Tiefe unter dem Meeresspiegel liegen, sind aber die Bildungsgewächse des meisten sogenannten Meerestorfes nichts weiter als Süsswasserpflanzen, selbst der früher für *Fucus saccharinus* gehaltene Bestandtheil des Torfes von Linum.

B. Torfarten, deren Masse vorherrschend aus amorpher, im nassen Zustande schlammiger oder teigartiger, im trockenen Zustande aber pulveriger, stein- oder pechähnlicher Kohlensubstanz besteht und keine oder nur wenige meist undeutliche und stark gebräunte Pflanzenreste zeigt. (Eigentlicher Torf oder Torfkohle.)

Mit Ausnahme des Moostorfes können sämmtliche in voriger Abtheilung angegebenen Torfbildungssubstanzen bei ihrer weiteren Vertorfung in diesen eigentlichen Torf übergehen und in dieser Beziehung allerdings als unreife, noch in der Vertorfung begriffene, Torfarten angesehen werden.

Sowohl der Gras-, wie der Blätter- und Haidetorf wird bei seiner weiteren Vertorfung um so weniger deutliche Pflanzenreste wahrnehmen lassen, und um so schwerer, dichter, gleichartiger und schwarzbrauner werden, je mehr er sich seiner vollständigen Verkohlung oder — um mich des Ausdruckes des Praktikers zu bedienen — seiner Reife nähert.

Von diesem eigentlichen oder reifen Torf unterscheidet man nun folgende Abarten:

1) **Staubtorf** (Bunk- oder Torferde, Schollerde z. Th.), ein schwarzbraunes bis tiefschwarzes Pulver, welches nur im durchnässten Zustande einigen inneren Zusammenhang besitzt und in der Regel die oberste, unmittelbar unter der noch lebenden Vegetationsdecke befindliche und darum meist von feinen Wurzelfasern durchwebte Lage bildet. Er ist strenggenommen kein wahrer Torf, sondern besteht vorherrschend aus einem Gemenge von Humin und Ulmin, gleicht, namentlich wenn er mit mineralischer Erdkrume untermengt ist, dem sogenannten Haidehumus und verglimmt beim Erhitzen unter Luftzutritt mit Entwickelung eines unangenehm, brenzlich-talgartig riechenden Qualmes. Am häufigsten findet er sich in den Wiesenmooren; indessen bildet er auch oft die oberste Lage trocken gelegter Hochmoore.

2) **Pechtorf** (Stich- oder Specktorf z. Th.), schwarzbraune bis schwarze, sehr schwere, im nassen Zustande sich fast wie bituminöser Thon oder Seife verhaltende, klebrige, schneid- und formbare, aber nicht

schlammige, beim Austrocknen aber fest und hart werdende, dabei berstende und im frischen, — fast muscheligen —, Bruche wachs- oder pechglänzende Torfmasse, welche stark von Erdpech durchdrungen ist, bei der trockenen Destillation Paraffin giebt und beim Verbrennen viel Hitze, eine kleine roth leuchtende Flamme und einen brenzlich wachsartig riechenden Dampf verbreitet und dabei nicht viel graue Asche absetzt. Er findet sich in den tieferen Lagen der vorherrschend aus Haidearten gebildeten Torfmoore und ist nach dem Baggertorf der beste und reinste Torf. (Hierher gehört nach Eiselen: der Klibberigte Darg, welcher sich vorherrschend aus Wiesentorf und der Klibberigte Hagetorf, welcher sich aus Haidetorf entwickelt).

3) **Schlamm-, Streich- oder Baggertorf,** schwarze, im frischen Zustande schlammige oder breiige — fast wie bituminöser Thonschlamm aussehende— fettige, klebrige, im ausgetrockneten Zustande feste, dichte, schwere, von Erdpech oder Bitumen ganz durchdrungene Torfmasse, welche mit grosser Hitze und stark wachsartig bituminös riechendem Dampfe unter Absatz von wenig weisser Asche verbrennt. Er findet sich vorherrschend auf dem Grunde von stehenden Gewässern und wasserreichen Torfmooren und wird hauptsächlich von Conferven, Najaden, Myriophyllen und anderen schwimmenden oder auf dem Grunde von Gewässern wachsenden Pflanzen gebildet. Seine Hauptheimath sind die Moore Hollands und Westfrieslands, der Emsgegenden; doch findet er sich auch in Mecklenburg, Holstein, Pommern und auf den Dänischen Inseln. Man fischt (baggert) ihn mit eigenthümlichen Netzen aus dem Grunde seiner Lagergewässer, knetet ihn dann durch und presst ihn endlich in viereckige oder halbkugelige Formen (so in Schonen, wo man ihn dann Klapptorf nennt). Er ist der reinste und vollkommenste Torf und wird in der Neuzeit am meisten zur Bereitung von Paraffin verwendet.

4) **Torfpechkohle.** Im frischen Zustande weich, geschmeidig, elastisch, aber nicht klebrig, schwarz und fettig glänzend, nach dem Austrocknen glasartig dicht, fest, spröde, berstend, sammetschwarz und im frischen flachmuscheligen bis ebenen Bruche stark glasglänzend; in dünnen Blättchen durchscheinend braun; als Pulver schwarzbraun. Härte zwischen 2 und 3. Spec. Gewicht = 1,439. — Bei Luftzutritt erhitzt mit lebhafter gelber Flamme und unangenehm pechartig riechendem Dampfe verbrennend und dabei einen Rückstand von 1,67 p. C. gelblichweisser Asche gebend, welche vorzüglich aus Kalkerde, Eisenoxyd und Spuren von Magnesia und Phosphorsäure besteht. Sie ist ein Gemisch von Torfkohle, Huminstoffen, Torfsäure, Harz und mikroskopisch kleinen, noch unzersetzten Pflanzentheilchen und bildet dünne Schichten und Schnuren zwischen einer Faser- und Specktorflage in einem Torflager (Dachelmoos)

bei Berchtesgaden (vgl. Gümpel, Ueber das Vorkommen von Torfpechkohle etc. in Neuen Jahrb. für Miner. 1858. S. 278 ff.).

5) **Vitrioltorf.** Vergl. unten bei den zufälligen Beimengungen des Torfes. S. 149.

§. 47. **Eigenschaften des eigentlichen Torfes.** Nach den eben mitgetheilten Beschreibungen ist aller wahre Torf durch folgende Eigenschaften charakterisirt:

Im frischen, nassen Zustande — so wie er aus seinen natürlichen Lagerstätten hervortritt — erscheint er entweder als ein zarter Schlamm oder als eine dichte, fettem Thon nicht unähnliche, klebrige, seifen- oder steifteigartige, knet-, schneid- und formbare, dunkelbraune bis pechschwarze Masse, welche an der Schnittfläche einen wachs- bis pechartigen Glanz zeigt und ein um so grösseres spec. Gewicht besitzt, je vollständiger ihre Verkohlung ist.

Er besitzt ein so grosses Wasseransaugungsvermögen, dass er 0,50 bis 0,90 seines Gewichtes — ja in einzelnen Fällen mehr als sein eigenes Gewicht — Wasser in sich aufnehmen kann, ohne es tropfenweise wieder fahren zu lassen. In Folge dieser gewaltigen Wasserhaltungskraft erscheint er, wie der Thon, einerseits so undurchdringlich, dass sich inmitten seiner Lagenmassen wirkliche Becken von reinem Wasser (sogenannte Trichterseeen oder Meere [Mare]), in denen sich niemals Torf erzeugt, bilden können, wie unter anderen das Bourtanger und das Papenburger Moor in den Emsgegenden zeigt, und andererseits im Wasser so fein zertheilbar, dass seine von Wasser ganz erfüllte Masse einen äusserst zarten, dichten, klebrigen Schlamm bildet, welcher schwarzem Thonschlamme ganz ähnlich sieht und auf einer etwas geneigten Fläche träg abfliesst. Das von ihm angesogene Wasser lässt er beim Austrocknen an der Luft nur ganz allmählich wieder fahren, aber erst in der Siedhitze des Wassers giebt er die letzten Spuren desselben ab. — In dem Grade aber, wie das angesogene Wasser verdampft, zieht sich die Torfmasse um so mehr zusammen, je freier sie von noch unzersetzten Pflanzentheilen und je mehr sie von bituminösen Stoffen durchdrungen ist. Beim Stechtorf kann dieses Schwinden seiner Masse bei der Lufttrocknung auf 0,6—0,8, beim unreifen Gras- und Haidetorf (gemeinen Darg und Hagetorf) aber auf 0,4 bis höchstens 0,6, und beim braunen und weissen Moostorf höchstens bis 0,4 seines früheren Volumens steigen.

Im vollständig ausgetrockneten Zustande bildet der Torf dann eine rissige, in ihrem Innern homogen dichte, bei starkem Erdharzgehalte fast pechartig aussehende, im frischen Ritze mehr oder minder stark ölglänzende Substanz, welche oft einen flachmuscheligen oder fast ebenen Bruch besitzt und in ihrer Härte dem Gypse gleichkommt, ja bisweilen sogar sich dem Kalkspathe nähert.

Das Merkwürdige aber ist, dass der ganz ausgetrocknete Torf weder Wasseransaugungs- noch Wasserhaltungskraft besitzt und auch dieselbe nicht wieder erlangt, wenn man seine Masse noch so lange ins Wasser legt.

Der vollständig ausgetrocknete Torf besitzt nun ein um so grösseres Gewicht, je mehr er sich der vollständigen Verkohlung nähert und je reicher er an wachsartigen Substanzen ist. Auf diese Weise zeigt nach Eiselen (S. 33) das im frischen Zustande 12" lange, 4,5" breite und 5" hohe Stück nach dem Austrocknen:

vom Stechtorf (klibberigten Darg und Hagetorf) zwischen 2 bis 3 Pfund,
vom gemeinen Darg und Hagetorf zwischen 1—2 Pfund,
vom Moostorf zwischen $^3/_4$—1 Pfund.

Je grösser aber das Gewicht des getrockneten Torfes ist, um so grösser ist auch seine Feuerungskraft. Nach Eiselen (S. 34) haben

976$^1/_2$ Stück des Pechtorfs denselben Brennwerth wie 1 Klafter Kienholz; während
vom gemeinen Darg und Hagetorf erst 1302 Stück und
vom Moostorf erst 1953 Stück diesen Werth besitzen.

Wird ächter Torf unter Luftabschluss in einem Kolben mit Vorlage erhitzt, so wird er zu glänzend schwarzer Kohle, während sich in der Vorlage ein unangenehm brenzlich riechendes mit Holztheer und Holzsäure (Brenzsäure) untermischtes Ammoniak-haltiges Wasser absetzt. Unter Luftzutritt erhitzt, verbrennt er dagegen mit starker Hitze, verhältnissmässig schwacher Flamme und dickem wachsharzig oder brenzlich bituminös riechendem Qualme, wobei meist ein verhältnissmässig grosses Quantum röthlich oder weissgrauer Asche übrig bleibt, welche vorherrschend Kieselerde (und Sand), Eisenoxyd, Kalkerde, Phosphorsäure und auch wohl Thonerde und Magnesia enthält, dagegen arm oder auch leer an Kali und Natron ist. Sein Feuer ist überhaupt mehr ein Gluth- als Flammenfeuer. Getrocknet und feingepulvert zeigt er folgende Reactionen:

1) Eine Probe Pulver mit absolutem Alkohol längere Zeit erst mässig erwärmt und dann bis zum Kochen erhitzt giebt eine braune Lösung, aus welcher sich nach dem Abfiltriren und Erkalten ein grösseres oder kleineres Quantum einer bräunlichen wachsartigen Substanz (Paraffin) abscheidet, während sich aus der noch übrig gebliebenen weingeistigen Flüssigkeit beim Eindampfen und Versetzen mit Wasser ein bräunliches Harz ausscheidet.

2) Aus einer anderen Probe oder aus dem durch Alkohol ausgezogenen und im Filter übrig gebliebenen Torfpulver zieht Aether oder reines Steinöl (oder auch reines Terpentinöl) beim Kochen Bitumen (Erdharz), welches beim Abdampfen der Flüssigkeit einen grösseren oder kleineren Rückstand bildet.

3) Eine dritte Probe des Torfpulvers giebt mit kohlensaurem Natron gekocht eine theilweise gelb- bis kaffeebraune Lösung, aus welcher Salzsäure einen gelb- oder kaffeebraunen flockigen Niederschlag von Ulmin- oder Huminsäure ausscheidet. (Der braune Torf giebt auf diese Weise behandelt in der Regel einen gelbbraunen Niederschlag von Ulminsäure, der schwarze Torf aber einen dunkelbraunen Niederschlag von Huminsäure). — Wird die durch das kohlensaure Natron entstandene Lösung abfiltrirt und der Torfrückstand, nachdem er gehörig mit Wasser ausgewaschen worden ist, mit Aetzkalilauge gekocht, so erhält man abermals eine gelbbraune Lösung (von Ulmin) oder eine schwarzbraune (von Humin).

4) Eine vierte Probe dieses Pulvers mit Aetzkalilauge gekocht wird unter deutlicher Entwickelung von Ammoniak bis auf einen kleineren oder grösseren Rückstand von unzersetzten Pflanzentheilen in eine gelb- oder dunkelbraune Flüssigkeit umgewandelt, in welcher Salzsäure einen starken Niederschlag von flockiger Ulmin- oder Huminsäure erzeugt. Die von diesem Niederschlag abfiltrirte Flüssigkeit ist weingelb und giebt in der Regel mit Essigsäure und neutralem essigsaurem Kupferoxyd versetzt einen bräunlichen Niederschlag von Quellsäure. (Torfsäure).

§. 48. **Chemische Zusammensetzung des eigentlichen Torfes.** Schon aus dem oben aufgestellten Begriffe vom Torfe, so wie aus den im Vorigen mitgetheilten Reactionen des Torfes ergiebt sich im Allgemeinen folgende Zusammensetzung:

Die reine Torfsubstanz ist ein Gemenge
von

Verwesungsmasse und Verkohlungsmasse

Humus mit löslichen humussauren Salzen. und Brenzgallussäure mit brenzsaurem Ammoniak, welches mit dem

Kohlenwasserstoffkörper

Wachse und Harze

sich zu Bitumen verbindet und festgesogen wird von der

Pflanzenfaserkohle.

A. Producte aus der trockenen Destillation des Torfes.

1) Nach Berthier enthält der Torf von:

	Ichoux	Crouy	Aalen	Rue	Abbeville	Demerary	Chateau London	Clermont	Bourgoing	Troyes	Ham	Vassy
Kohle	0,275	0,215	0,244	0,210	0,230	23,5	26,0	30,1	22,2	14,0	18,15	23,8
Asche	0,049	0,188	0,050	0,070	0,048	17,3	15,0	17,4	7,4	7,1	16,0	11,7
Flüchtige Theile	0,676	0,597	0,706	0,072	0,722	59,2	59,0	52,5	70,7	70,0	69,3	69,5

2) Nach Poggendorff enthält der Torf von Linum:

	in der unteren Schichte	in der mittleren Schichte	in der oberen Schichte
Erdige Theile . .	7,36	8,28	7,10
Brennbare Theile	76,59	70,06	72,40
Wasser	16,05	20,66	20,40

3) Nach Senft enthält der Torf aus dem Auricher Moor:

	unmittelbar unter der Grasnarbe (leicht, filzig-korkig, gelbbraun)	3 Fuss unter der Oberfläche (ziemlich schwer, sich blätternd, hell sepienbraun)	7 Fuss unter der Oberfläche (schwer, fest, schwarzbraun)	10 Fuss unter der Oberfläche (sehr schwer, dicht, fest, schwarz, fast amorph).
Kohle	44,42 p. C.	39,2 p. C.	43,7 p. C.	46,08 p. C.
Asche	1,28 ,,	1,4 ,,	1,5 ,,	2,42 ,,
Flüchtige Stoffe (Theer, Holzessig, Wasser)	54,3 ,,	59,4 ,,	54,8 ,,	51,5 ,, (nach einem 2ten Versuche wurden erhalten 58,1 p.C. flücht. Stoffe).

B. Die wachs-, harz- und humusartigen Bestandtheile des Torfes.

	Lampadius fand in einem schwarzbraunen Torf bei Freiberg	Bergsma fand in einem schwarzen, fast amorphen Torf	Wiegmann fand in 1000 Theilen von: Stechtorf (von Hagenbruch)	Baggertorf (von Hagenbruch)
Holzartige Subst.	—	49,2	—	—
Humussäure . .	—	—	276,00	104,00
HumussaureSalze	0,021	—	—	—
Ulmin (Humuskohle)	—	13,00	452,00	446,00
Torfhumus u. Bitumenartig. Harz	0,342	—	—	—
Wachsart. Subst.	—	1,80	62,00	2,50
Harzart. Substanz	—	3,96	48,00	4,25
Erdharz	—	—	90,00	22,50
Wasser	(Rest) 0,637	12,7	54,00	21,00
	Vgl. Erdmann's Journal 1834. IV. 8—20.	Ausserdem zeigte die Asche: 1,5 schwefels. Kalk, 2,7 phosphors. ,, 0,42 Eisenoxyd, 3,8 Kieselsäure. Vgl. Buchner's Repertor. XXI, S. 498.	Ausserdem befanden sich in der Asche: 0,15 Chlorcalcium, 2,80 schwefels. Kalk, 4,40 kohlens. Kalk, 2,65 Eisenoxyd, 7,20 Kieselsäure, 0,80 Thonerde,	48,75 schwefels. Kalk, 16,00 phosphors. Kalk, 66,00 Eisenoxyd, 22,00 Kieselsäure, 142,00 Quarzsand, 96,00 Thonerde. Vgl. Wiegmann a. a. O., S. 50.

Fortsetzung von *B.* (Destillationsproducte des Torfes).

Berthier fand in einem dichten, sehr leichten, braunen Rasentorf von Ichnoux im Départem. des Landes durch Destillation:
0,180 saures Wasser,
0,256 Oele und Theer,
0,240 gasförm. Stoffe.
Im Rückstande blieb:
0,275 Kohle,
0,049 Asche.

Wellner (Jahrb. 1833, S. 250 ff.) prüfte 7—8 Torfarten aus der Umgegend von Schwemsal in Preussisch-Sachsen auf ihre Destillationsproducte und erhielt folgende Resultate:

Ein Torfziegel = 330 Kubikzoll	wog		hatte Verlust	und gab dann bei trockener Destillation und Einäscherung der Coakes:				
	frisch	trocken		empyreumatische Oele und brandige Säure	Kohlenoxdgas, Kohlenwasserstoffgas	Coaks	verbrannte Theile	Asche
Gewicht von Lth.	309	24	245	8	5	15	10	2
Extreme bis	373	88	320	34	20	42	26	28

C. Verschiedene Harze im Torfe.

Mulder hat zwei friesländische Torfarten auf die Beschaffenheit ihres Harzgehaltes untersucht:

Eine derselben, welche in tiefgelegenen Gegenden vorkommt, fest und schwärzlich ist, und ein spec. Gewicht = 0,54—0,65 und 0,038—0,143 Aschengehalt besitzt, enthält vier Arten Harz; die andere aber, welche in hochgelegenen Gegenden auftritt, leicht und bräunlich ist, ein spec. Gew. = 0,46 und 0,009 Aschengehalt hat, bezitzt nur zwei Arten Harz. Nachdem die erste Art Torf durch Wasser erschöpft war, wurde er mit kochendem Alkohol behandelt. Hierdurch wurden aus dem festen Torfe drei verschiedene Arten Harz erhalten, von denen zwei auch in dem erkalteten Alkohol gelöst blieben, während eines (Gammaharz) beim Erkalten des Weingeistes sich ausschied. Von den beiden im Alkohol gelöst bleibenden verband sich eines mit Bleioxyd (Alphaharz), das andere nicht (Betaharz). Endlich wurde nun noch ein viertes Harz (Deltaharz) aus dem — schon durch Alkohol ausgezogenen — Torfe durch Behandlung mit Steinöl erhalten. Die weitere Zerlegung und Berechnung ergab nun für das:

	Alphaharz	Betaharz	Gammaharz	Deltaharz	
an *C*:	50	77	104	131	Atome
an *H*:	80	134	188	242	„
an *O*:	9	9	9	9	„

Zieht man nun die Atome des Aharzes von den Atomen der übrigen Harze ab, so bleibt:

	vom Bharz	Gharz	Dharz	
an *C*:	27	54	81	Atome
an *H*:	54	108	162	„
d. i.	$9 \times C^3H^6$	$18 \times C^3H^6$	$27 \times C^3H^6$	

Demnach wären diese drei Harzarten als neutrale Verbindungen des elektronegativen Aharzes mit 1, 2, 3 mal 9 Atomen eines Kohlenwasserstoffes (C^3H^6) anzusehen. Die wichtigsten übrigen Eigenschaften dieser vier Harze sind nun folgende:

	Aharz	Bharz	Gharz	Dharz
Schmelzpunkt:	ist nur in Ver-	bei 52°	74°	68°
Farbe:	bindung mit	gallengrün	bräunlich weiss	tiefbraun
im Wasser:	Bleioxyd zu	schwimmend	untersinkend	schwimmend
löslich in Alkohol:	erhalten	kalt u. kochend	nur kochend	nur kalt.

Die zweite, leichtere der beiden Torfarten ergab, ebenso behandelt, zwei Harze (Aphlaharz und Ammagharz), von denen die erste ebenfalls negativ elektrisch ist, und welche folgende Zusammensetzung und Eigenschaften besitzen:

	Aphlaharz	Ammagharz
	35 *C*, 56 *H*, 4 *O*	90 *C*, 168 *H*, 6 *O*
schmilzt bei:	55°	74°
ist:	schwarz	—
im Wasser:	schwimmend	schwimmend
im Alkohol:	nicht löslich	nur siedend löslich.

(Vgl. Erdmann's Journal für pract. Chemie 1839. XVI, S. 495—497; XVII, 444—453).

Zusätze.

1) Unter den in den obigen Analysen genannten Bestandtheilen ist eine Substanz nicht aufgeführt, welche nach meinen bisherigen Untersuchungen nur selten in dem amorphen Torfe aus Hochmooren fehlt. Es ist dies das Ammoniak. Ich habe es fast stets in dem Torfe von gerbsäurehaltigen Holzgewächsen — z. B. im Haidetorf — gefunden und zwar nach meinem Dafürhalten verbunden mit der oxydirten Gerbsäure, der Brenzgallussäure oder Brenzsäure (als brenzsaures Ammoniak). (Vgl. oben §. 43). — Fürst Salm-Horstmar fand im Torfe von Coesfeld 0,08 Ammoniak. Auch Jaeckel fand bei den nachfolgenden Analysen des Torfes stets Ammoniak.

2) Endlich treten im Torfe noch hie und da freie Säuren und Salze auf, welche nicht zum Wesen desselben gehören, sondern mehr als zufällige Gemengtheile zu betrachten sind, welche durch die in einem Moorwasser gelösten Substanzen in die Torfmasse gerathen und in dieser durch die freiwerdenden Verwesungs- und Vertorfungssäuren mannichfach umgewandelt werden. Zu diesen mehr zufälligen Bestandtheilen des Torfes gehören: Kochsalz, Eisenvitriol, Vivianit, Kupferoxyd (in Harzer Torf nach Wächter) u. s. w. (Vgl. hierzu §. 51).

D. Analysen von Torfaschen.

(Aus Kopp's Jahresbericht für d. J. 1852, ausgeführt von Jaeckel).

Aschenbestandtheile	Torf aus dem Havellande					bei Kassel	bei Hamburg.
	Schwerer, dichter, brauner, mit wenigen Pflanzenresten	Leichter, lockerer, fast nur aus Pflanzenresten bestehender	Filz von Moosen und Riedgräsern	Schwerer aus dem Moor von Linum	Schwerer aus dem Moor von Frisack		
Kali	0,85	0,20	0,25	0,28	0,51	0,15	3,64
Natron	—	0,84	0,26	0,27	0,58	0,50	5,73
Kalkerde	45,73	33,29	37,00	39,34	33,32	5,81	14,72
Magnesia	—	3,03	3,04	2,43	1,65	0,69	24,39
Eisenoxyd	6,88	25,28	8,65	13,23	22,28	71,29	4,88
Thonerde	0,90	1,38	2,35	1,46	1,14	1,73	2,14
Kieselsäure	2,26	1,03	0,62	1,61	2,70	0,74	—
Schwefelsäure	8,68	5,69	4,49	5,79	5,23	10,98	17,94
Chlor	0,64	0,29	0,31	0,39	0,21	0,06	2,07
Kohlensäure	17,12	18,79	30,59	24,47	18,27	—	—
Phosphorsäure	3,58	1,13	1,07	5,47	1,43	6,29	3,88
Kohle	—	—	0,58	—	0,58	—	0,49
Sand	14,42	6,79	9,00	4,08	11,94	1,78	16,11
Es war vorhanden in dem lufttrockenen Torfe							
Asche	8,13	5,33	5,51	8,36	8,91	18,27	1,89
Wasser	17,63	19,32	18,89	31,34	21,82	26,60	18,83

Analyse von

Aschenbestandtheile	1.	2.	3.	4.	5.
	von Grunewald				
	Asche von *Sphagnum palustre*		Torf 1. Schicht	Torf 2. Schicht	Leichtester Torf
Aschenmenge	3,72	3,88	5,74	2,83	0,57
Kali (KO)	9,84	13,04	0,44	1,08	1,33
Natron (NaO)	4,71	6,36	0,23	1,17	1,45
Kalkerde (CaO)	6,69	10,31	4,72	5,96	23,78
Magnesia (MgO)	3,83	5,15	1,51	1,65	15,69
Thonerde (Al^2O^3)	1,74	2,86	3,96	6,98	10,69
Eisenoxyd (Fe^2O^3)	10,19	14,30	3,51	4,19	6,76
Manganoxyd (Mn^2O^3)	Spur	Spur	—	—	—
Schwefelsäure (SO^3)	3,70	4,47	1,12	2,88	11,06
Chlor (Cl)	3,52	4,23	0,18	0,66	1,82
Kieselsäure [lösliche] (SiO^3). .	9,38	9,02	4,90	nicht bestimmt	4,40
Kohlensäure (CO^2)	0,26	—	—	—	—
Phosphorsäure (PO^5)	3,80	4,12	1,77	2,05	5,50
Kohle	—	—	—	—	—
In Säuren unlösl. Rückstand .	41,59	25,83	76,56	73,04	17,32
Verlust	1,85	0,27	0,15	0,57	0,63
Ueberschuss	—	—	—	—	—

Indessen zeigen sich die Mengen dieser einzelnen Gemengtheile des Torfes verschieden selbst in den einzelnen Lagen eines und desselben Torflagers

1) wie oben schon sattsam gezeigt worden ist, je nach der chemischen Beschaffenheit der Torfbildungsgewächse.

Unter den gewöhnlichen Torfpflanzen geben die Haidearten mit ihren beblätterten Zweigen den besten, die Scheingräser (Cyperaceen) einen weniger reichen, die wahren Gräser (Gramineen) einen armen und die Torfmoose den ärmsten Torf.

2) Je nach dem Alter, der relativen Lage und der Zusammenpressung einer Torfschichte in einem Lager, in dem unter sonst gleichen Pflanzenarten diejenigen am vollständigsten vertorfen, welche am tiefsten liegen, die stärkeste Wasserdecke und den dichtesten Luftverschluss haben und die meiste Zusammenpressung erleiden. Man kann diese Ausbildungsverhältnisse des Torfes in einem jeden stark ausgebildeten und in seiner Entwickelungsweise nicht gestörten Torflager beobachten, wie weiter unten gezeigt werden wird.

Es ist Schade, dass man bei der chemischen Analyse von Torfarten auf alle diese Verhältnisse bis jetzt zu wenig Rücksicht genommen hat, obgleich ge-

Torfaschen.

6.	7.	8.	9.	10.	Angabe der Analytiker.
von Reichswald			von Linum		
Leichtester Torf	Leichter Torf	Schwerster Torf	Lockerer roth-brauner Torf	Schwerster Torf	
3,50	2,04	2,07	18,53	12,56	No. 1. 2. 3. 4. 5. von Websky.
0,81	0,69	2,31	0,20	0,15	No. 6. 7. 8. von Walz.
3,03	0,78	2,45	0,22	0,16	No. 9. und 10. von Websky.
17,26	10,19	9,78	17,29	48,16	1. Bemerkung: Die sämmtlichen Angaben auf dieser Tafel sind entlehnt der schönen Dissertation von J. Websky: »De Turfae compositione et formatione.« Berlin.
—	—	—	0,75	0,44	
4,80	2,53	4,50	9,76	5,27	
14,00	20,25	37,50	11,40	18,01	
—	—	—	—	—	
2,40	5,64	—	5,57	11,08	2. Bemerkung: Die Analysen No. 1. und 2. sind von noch lebenden Exemplaren von *Sphagnum palustre* entnommen. Bemerkenswerth erscheinen die grossen Mengen *KO, NaO, CaO*, Fe^2O^3. Namentlich ist die grosse Menge *CaO* auffallend.
—	—	—	0,08	0,14	
16,00	5,69	4,15	11,11 und Verlust	2,22 u. Verlust	
3,5	2,53	2,50	2,51	11,62	
—	—	—	0,25	0,53	
—	—	—	—	—	
39,2	49,03	32,40	38,82	2,72	
—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	

rade auf die Quantität und Qualität der in einem Torfe vorhandenen harz- und wachsartigen Materien und kohligen Substanzen, sowie auf die den Torf durchdringende, wässerige Flüssigkeit (die sogenannteTorflauge) mehr ankommt, als auf die chemische Zusammensetzung der Asche. Auf vorstehenden Tafeln sind die älteren und neueren Analysen zusammengestellt, von denen

a) die in der Rubrik *A.* befindlichen im Allgemeinen einerseits die durch trockene Destillation erhaltenen Mengen flüchtiger brennbarer Theile (Kohlenwasserstoff-Verbindungen und Säuren) und kohliger Substanzen und andererseits die durch vollständige Vebrennung gewonnenen Aschenmengen verschiedener Torfsorten nachweisen:

b) die in der Reihe *B.* angegebenen die in einem Torfe vorhandenen Arten und Mengen

1) der durch Alkohol, Aether und Steinöl ausgezogenen wachs-, harz- und bitumenartigen Substanzen; und

2) der durch kohlensaures Natron und Aetzkali gewonnenen Humus- oder kohlenartigen Bestandtheile, sowie auch der durch Einäscherung der ausgelaugten Torfmasse gefundenen mineralischen Bestandtheile angeben;

c) die in der Rubrik *C.* aufgeführten die in einer Torfart vorhandenen Harze nach ihrer Verschiedenheit nachweisen;

d) und die in der Rubrik *D.* endlich die in der eingeäscherten Masse des Torfes vorhandenen Bestandtheile angeben.

Aus den verschiedenen Analysen der Torfasche wird man ersehen:

1) dass unter den Basen die Kalkerde und nächst ihr das Eisenoxyd der herrschendste Bestandtheil ist, Magnesia aber seltener und Thonerde nur in einzelnen Fällen vorkommt, dagegen die Alkalien nur in sehr geringen Mengen auftreten oder ganz fehlen, weil ihre leicht löslichen Salze theils durch das Wasser, theils durch die in den vertorfenden Massen sich bildenden Säuren ausgelaugt werden;

2) dass unter den Säuren vorherrschend die Schwefel-, Phosphor- und Kieselsäure, seltener die Kohlensäure und am wenigsten die Chlorwasserstoffsäure bemerkt werden.

§. 49. **Einschlüsse im Torf.** Nicht blos das Torflager im Ganzen, sondern auch die Torfsubstanz für sich allein umschliesst Körper verschiedener Art. Organismenreste — sowohl vegetabilische wie animalische —, Mineralgebilde, Bodentheile, ja selbst Kunstproducte werden in der Masse des Torfes mehr oder weniger wohl erhalten, hier häufiger und dort sparsamer aufgefunden.

a) **Vegetabilische Einschlüsse.** Unter allen diesen Torfeinschlüssen aber erscheinen die Pflanzenreste am wichtigsten und bezeichnendsten; denn aus ihnen kann man selbst in dem amorphen Schlamm- und Pechtorf entweder das Material erkennen, aus welchem sich die Substanz einer Torfmasse herausgebildet hat, oder einen Schluss ziehen theils auf die Vegetation, welche in der Bildungszeit eines Torfes geherrscht, theils überhaupt auf die Zeit selbst, in welcher sich ein Torflager gebildet hat, und mithin auf das Alter eines solchen Lagers. Es haben demnach diese Pflanzenreste für die geologische Bestimmung eines Torflagers dieselbe Bedeutung, wie die in den Steinkohlenschiefern vorkommenden Pflanzenabdrücke. Nur ist bei der Untersuchung derselben die Frage ins Auge zu fassen, ob dieselben schon vor der Bildungszeit eines Torflagers in dem Ablagerungsraume des letzteren vorhanden waren oder erst nach der Bildungszeit desselben, vielleicht sogar lange nachher, in dasselbe gelangt sind. Ganz besonders gilt dies von den Baumresten, welche man so häufig in Torfmooren eingebettet findet. In dieser Beziehung muss man also die bezeichnenden oder charakterisirenden Pflanzeneinschlüsse eines Torflagers von den zufälligen wohl unterscheiden.

Was nun zunächst die bezeichnenden oder charakterisirenden Pflanzeneinschlüsse einer Torfmasse betrifft, so hat man darunter diejenigen Pflanzenreste zu verstehen, welche als die noch nicht in vollständige Torfsubstanz umgewandelten, übrig gebliebenen Reste der

die ganze Torfmasse zusammensetzenden Flora zu betrachten sind. In einer aus Haidearten gebildeten Torfmasse werden sie also ebenso aus Ueberresten von Ericaceen, wie in einem aus Sumpfgräsern (Cyperaceen) gebildeten Torfe aus Resten von Cyperaceen bestehen. Sie treten in einer Torfmasse um so häufiger und wohler erhalten hervor, je unreifer oder weniger verkohlt dieselbe ist; ja in den oberen, noch im ersten Stadium der Verkohlung begriffenen Lagen eines Torflagers bilden sie ebenso gut, wie die anderen Pflanzentheile, einen wesentlichen Bestandtheil der vertorfenden Pflanzenmasse. In der dichten, amorphen Masse des Schlamm- und Pechtorfes dagegen fehlen sie entweder ganz oder erscheinen so klein und undeutlich, dass man sie nur noch unter dem Mikroskope erkennen kann. In der Regel bilden sie dann den flockigen Rückstand, welcher bei der Behandlung der letztgenannten Torfarten mit Aetzkali übrig bleibt. Im Allgemeinen bestehen sie vorherrschend aus solchen Pflanzenkörpertheilen, welche sowohl der eigentlichen Verwesung wie der Vertorfung (Vermoderung oder Verkohlung) sehr lange oder ganz widerstehen können, sei es nun in Folge ihrer chemischen Bestandtheile oder in Folge ihres eigenthümlichen Zellenbaues und der damit verbundenen starken Wasseransaugungskraft.

Es ist oben im §. 43, S. 117 schon gezeigt worden, dass die stickstofffreien Pflanzensubstanzen (wie Cellulose, Amylum, Gummi und Zucker) bei gewöhnlicher Temperatur weit länger der Zersetzung widerstehen, als die stickstoffhaltigen, zumal wenn sie auch arm an Alkalienbeimischungen sind; ebenso weiss man auch, dass alle Harze und die von ihnen überzogenen oder von ihnen durchdrungenen Pflanzenorgane dem Einwirken des Sauerstoffes und Wassers sehr lange widerstehen; endlich lehrt auch die Erfahrung, dass die von erstarrter Kieselsäure überzogenen oder durchdrungenen Zellenmassen unempfindlich gegen die Verwesungspotenzen sind. Demgemäss werden also auch alle die von diesen genannten Stoffen gebildeten oder durchdrungenen Pflanzentheile weit länger der Vertorfung widerstehen und ihre organische Structur bewahren, als die stickstoffhaltigen, harzfreien und kieselsäurearmen Pflanzenglieder. Sie sind es nun auch, welche namentlich als Einschlüsse in der amorphen Torfmasse auftreten. Zu ihnen gehören namentlich:

1) Wurzelreste, vorzüglich von Haidearten,

2) Stamm- und Rindenreste von Haiden und Nadelhölzern,

3) Halm- und Blattoberhautreste von Cyperaceen oder von schilfartigen Gräsern,

4) Früchte, namentlich Aehren von Cyperaceen und Saamen mit harten, harz- oder gerbstoffhaltigen Schalen.

Die im reifen, amorphen Torfe auftretenden Wurzelreste stammen

in der Regel von Haidearten, namentlich von *Erica Tetralix* (Moorhaide), seltener von Ried-Gräsern (*Carices*), Wollgräsern (*Eriophorum*) oder Schilfgräsern ab, und bestehen entweder aus feinen, haar- und borstenförmigen, mehr oder weniger unter einander verfilzten, braunen Wurzelfasern (Radicellen), welche wegen ihrer von Harz durchdrungenen Zellen (Prosenchymzellen) nur sehr schwer verwesen, oder aus stärkeren Wurzelästen, von denen aber nur noch die von harzigen Theilen durchdrungene Rindenröhre übrig ist, so dass sie entweder hohle oder mit schwarzem Verkohlungspulver ausgefüllte Cylinder bilden.

Nächst den Wurzelresten und gewöhnlich mit ihnen untermischt treten auch Stammtheile von *Erica*-Arten auf. Sie sind äusserlich meist geschwärzt (angekohlt), innerlich aber oft noch weiss und so wohl erhalten, dass man ihre mit punktirten Gefässen durchzogene Zellengewebmasse noch deutlich erkennen kann; häufig indessen auch so mürb, dass ihre Holzmasse bei der Berührung zu einem gelblichweissen Pulver zerfällt, in welchem man unter dem Mikroskope noch mehr oder minder deutliche Reste von punktirten Gefässen erkennt. — In dem reifen Waldtorfe findet man namentlich kleine Reste von Kiefern-, Eichen-, Birken- und Erlenholz oder Rinde, aber meist so undeutlich, dass sie nur schwer zu erkennen sind; bisweilen jedoch auch noch grössere Stammtheile und Früchte, welche meist mehr oder weniger gebräunt und breitgedrückt sind, so dass man deutlich ihre Structur bemerken kann.

Die Halm- und Blattreste, welche man im reifen Torfe findet, stammen in der Regel von Schein- oder Cypergräsern (Cyperaceen) ab und bestehen vorherrschend aus der von Kieselsäure ganz durchdrungenen oder überzogenen und darum gegen die Zersetzungspotenzen unempfindlichen Oberhaut (*Epidermis*) dieser Theile. Sie sind braun, seidenglänzend und bilden entweder hohle, flachgedrückte Cylinder (von den Halmen) oder Ballen von oft fusslangen bandförmigen, papierähnlichen, leicht von einander trennbaren Lamellen (sogenannte Splittlagen) oder von faserigen Strängen (sogenannten Wasserborsten). In den meisten Fällen erscheinen dieselben als die Oberhautreste von Blattscheiden, namentlich vom Wollgras (*Eriophorum vaginatum*), indem sie unter dem Mikroskope die für dieses Cypergras so charakteristischen eirunden, mit sägeförmig gezahnten Seitenflächen versehenen Zellen zeigen. Oft aber rühren sie auch, namentlich die faserigen Ballen von anderen Wassergräsern, z. B. von *Phragmites arundinacea* oder *Scirpus*- und *Juncus*-Arten, her. — Mit diesen Blattfragmenten von Cyperaceen dürfen nicht die schwarzbraunen, sich schalig oder blätterig absondernden Lagen verwechselt werden, welche man oft im dichten Torfe findet, gewöhnlich Papiertorf oder Brandlage nennt und welche sich ganz ebenso formlos zeigen, wie die dichte Humussubstanz und nicht aus den Blattresten von Cyperaceen entstanden sein können.

Endlich trifft man in den aus Haidearten entstandenen Torfmassen auch die nadelförmigen, innerlich hohlen oder mit Kohlenpulver ausgefüllten Blätter von *Erica Tetralix*, seltener von *Calluna vulgaris* an.

Unter den Früchten, welche man bisweilen in dem amorphen Torfe findet, erscheinen nur die kleinen, meist kaum 4 bis 5 Linien langen, länglich eirunden, zapfenähnlichen, meist stark angekohlten Aehrchen von Riedgräsern (*Carices*) einer Erwähnung werth.

Nächst den chemischen Bestandtheilen hat auch der eigenthümliche Bau der Zellen in dem Gewebe mancher Pflanzenglieder einen grossen Einfluss auf die verzögerte Zersetzung und Vertorfung dieser letzteren, zumal wenn ihre Zellenmembran arm an Alkalien und reich an Kieselsäure ist. Dies ist nun z. B. der Fall mit dem porösen Zellengewebe, aus welchem der Körper der Wassermoose (*Sphagnum*) besteht. Wie oben schon bei der Beschreibung der Torfbildung aus diesen Moosarten mitgetheilt worden, so saugen sich dessen mit offenen Poren versehene Zellen so voll Wasser, dass kein Sauerstoff in sie eindringen kann, und da nun ihre Zellenhaut auch Kieselsäure, aber sehr wenig Alkalien enthält, so sind sie dadurch auch nach aussen gefestigt gegen die Angriffe der Zersetzungspotenzen.

Es ist daher kein Wunder, dass diese Wassermoose unter allen Torf bildenden Pflanzen der vollständigen Vertorfung am meisten widerstehen und ihre Gestalt sehr lange vollständig bewahren, selbst unter Lagen, in denen alle anderen Pflanzen leicht vertorfen.

Alle die bis jetzt beschriebenen Pflanzenkörper sind also vermöge ihrer Dauerhaftigkeit nicht nur charakterisirende Denkmäler für die Art der Bildungspflanzen, aus denen die sie umschliessende Torfmasse entstanden ist, sondern auch bezeichnende Merkmale, durch welche wir erfahren, ob die Flora einer Gegend sich seit der Bildung der Torfablagerung, welche Arten von ihr umhüllt, in ihren Geschlechtern und Arten geändert hat oder nicht. Denn wenn (wie dies unter anderen in den Emsmooren der Fall ist) die wesentlichen Pflanzeneinschlüsse einer vielleicht 20 Fuss tief unter der heutigen Oberfläche lagernden und von Sand- oder Erdablagerungen bedeckten amorphen Torfmasse uns dieselben Pflanzenarten zeigen, welche gegenwärtig noch in demselben Landstriche gedeihen und zur Torfbildung dienen, so folgt wohl daraus von selbst, dass sich die Flora dieses Landstriches seit jener unlängst vollendeten Torfbildungsperiode wesentlich nicht verändert hat.

Wenn aber in den verschiedenen über einander folgenden Lagen eines Torfmoores, namentlich des Waldtorfes, sich zahlreiche Reste von ganz verschiedenen Torfbildungs-Pflanzenarten zeigen, so geben diese doch den sichersten Beweis von der Veränderung des Klimas und der Vegetation eines

Landstriches. Auf diese Weise hat z. B. Steenstrup durch die zahlreichen Baumreste, welche er in den übereinander lagernden Schichten der Waldtorflager auf Seeland beobachtete, nachgewiesen, dass auf dieser Insel die klimatischen und mit diesen die Vegetationsverhältnisse seit der Bildung der Torfmoore sich einmal verändert haben; denn er fand in den untersten Lagen dieser Waldmoore vorzüglich Reste von Zitterpappeln, in den zunächst darüber liegenden aber Kiefernreste, in den über diesen folgenden Eichen und erst in den obersten Lagen Buchenreste.

Ebenso zeigt Clarke (nach Jahrb. d. Miner. 1839. S. 480), dass am Ende von Knighton-Bottom in Hampshire in einem Torfmoore zahlreiche Eichen, Erlen, Birken und Buchen, nebst Reisern und Nüssen von Haseln lagern, in einer Gegend, welche gegenwärtig sehr unfruchtbar ist und auf viele Meilen keine Eichen von gleicher Grösse producirt.

Nächst diesen bezeichnenden Torfpflanzeneinschlüssen kommen in einer Torfablagerung auch noch andere mehr oder weniger wohlerhaltene Pflanzenreste vor, welche zwar nicht zu den Bildungspflanzen dieser Ablagerungen gehören, also zufällig für dieselben sind, aber doch beachtungswerth erscheinen, insofern sie uns theils über die Vegetationsverhältnisse, welche zur Bildungszeit des sie umhüllenden Torflagers überhaupt existirten, theils auch über Erscheinungen, welche auf ähnliche Weise in den Stein- und Braunkohlenformationen auftreten, Aufschluss geben. Zu diesen zufälligen und doch bedeutsamen Einschlüssen der Torfablagerungen gehören namentlich:

Wurzelstöcke, noch mit ihren Wurzeln versehene Stöcke oder auch abgebrochene Stammtheile von Bäumen, welche noch gegenwärtig entweder auf Torfmooren oder doch in ihrer Umgebung wachsen, also namentlich von Erlen, Weiden, Pappeln, vor Allen aber von Kiefern. Ihre Rinde ist häufig mit Beibehaltung ihrer Structur in kohligen Humus umgewandelt, während ihr Holzkörper das Holzgefüge noch so deutlich erhalten zeigt, dass man leicht aus demselben die Art der Bäume, von denen diese Stammtheile abstammen, erkennen kann; dabei aber meist mehr oder minder stark gebräunt, sehr hart und fest und häufig so von Erdharz (Bitumen) durchdrungen erscheint, dass er nach Arends leicht und hell brennt und in dünne Stäbchen gespalten zu Fackeln und Lichtern dient. — Sowohl die Wurzelstöcke allein, wie auch noch die mit ihnen verbundenen Stämme stehen häufig noch aufrecht oder etwas geneigt in dem sie umhüllenden Torflager selbst, so dass man annehmen muss, dass sie sich noch an ihren natürlichen Standorten befinden.

So hat man nach Bronn (Geschichte der Nat. II. S. 353) im Moore von Currugh auf der Insel Man 18 bis 20′ unter der Oberfläche Kiefern-

stämme aufrecht stehend gefunden. Dasselbe ist nach Griesebach der Fall mit den Kieferstöcken, welche mehr als 20 Fuss in der Tiefe des Hunteburger Hochmoores von dichtem braunem Torfe umschlossen sind. Nach einer Beschreibung der Hochmoore von Drenthe (Tegenw. St. p. 313) aber sollen im Ostermoor und Gröninger Moore auch Kiefernstümpfe vorkommen, welche nicht der Torfmasse selbst, sondern in dem, unter diesen Mooren lagernden, Geestboden festwurzeln und 3 bis mehrere Fuss hoch rechtwinklig in dasselbe hineinragen. Häufiger indessen hat man wagerecht umgeknickte Stämme von Kiefern und Eichen neben ihren Wurzelstöcken entweder noch theilweise mit diesen letzteren zusammenhängend oder an ihren unteren Stammenden von einer Beschaffenheit gefunden, dass man von selbst zu der Annahme geleitet wurde, dass diese Stämme an der Stelle, mit welcher sie aus der früheren Torfoberfläche hervorragten, angefault und dann von Sturmwinden umgeworfen worden waren. Da man nun zugleich auch beobachtete, dass die Längenaxe dieser Stämme sehr häufig nach SO. gerichtet ist, so hat man nach dem Vorgange von de Luc, Arends und Freese (Ueber die Vehne. 1789. S. 60) wohl mit Recht angenommen, dass die im nördlichen Deutschland herrschenden Nordwestwinde diese Stämme entwurzelt oder abgebrochen oder umgeworfen haben. Für diese Annahme spricht zugleich auch die Thatsache, dass — nach Griesebach a. a. O., S. 66 — noch im Jahre 1552 Tausende von Eichen im Arenberg'schen durch einen einzigen Nordweststurmwind niedergeweht worden sind. Man findet solcher abgebrochenen Kiefernstämme nach Karsten (V. S. 269) in Menge in den meisten Mooren Ostfrieslands, Bremens, Lüneburgs u. s. w. Aber auch in den Torfmooren auf den brittischen Inseln bemerkt man sie massenweise und zwar häufig schon ganz in Torfsubstanz umgewandelt.

So fanden sich nach Jameson (Mineralogy of the Scottish Isles. Edinb. 1801. chap. 14.) bei Abtrocknung des Moores bei Hartfeld in Yorkshire auf dessen Grund 120 Fuss lange und 6 bis 12 Fuss dicke Eichenstämme. Nach d'Aubuisson de Voisins (Traité de Géogn. II. S. 497) lagen bei Kincardine in Schottland auf dem Boden eines 14 Fuss mächtigen Torflagers viele abgebrochene — bis 50′ lange und 3′ dicke — Stämme von Eichen, Birken und Tannen neben ihren noch auf den Wurzeln stehenden Stöcken.

Bronn (II. S. 353) theilt ferner nach Rennie (Essays on peat p. 65) und Lyell (Principles II. S. 210—219) mit, dass in der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts ein Sturm beim Lochbroom in Rossshire einen Wald umwarf, an dessen Stelle die Leute 50 Jahre später schon Torf gruben; dass dasselbe seit 1756 mit dem Walde von Drumlanrig geschah; dass man endlich im Hatfield-moss, welches noch vor 1800 Jahren ein Wald

gewesen, 90 Fuss lange Kiefernstämme, welche noch zu Schiffskielen und selbst Masten verarbeitet werden konnten, und über 100 Fuss lange Eichenstämme sehr wohlerhalten gefunden hat. — Nach Bühler (Die Versumpfung der Wälder mit und ohne Torfbildung. Tübingen, 1831.) findet man mitten in den Torfmooren des Schwarzwaldes zahlreiche Stammreste von Eichen und Kiefern, — Bäume, welche noch vor 300 Jahren die herrschenden Waldbildner dieses Gebirges waren — an Stellen, auf denen gegenwärtig nur noch die Legföhre höchstens gedeiht.

Ich selbst habe in dem oben schon erwähnten kleinen Torflager bei Wenigenlupnitz — 1 Meile östlich von Eisenach — bei 10 Fuss Tiefe drei wohl erhaltene Kiefernstämme, welche umgeknickt neben ihren Wurzeln lagen, nebst zahlreichen Kiefernzapfen, deren Samen noch wie frisch waren, gesehen. Bemerkenswerth bei dieser Erscheinung ist, dass gegenwärtig — und seit Menschengedenken schon — keine Kiefer mehr auf dem aus Muschelkalk bestehenden Terrain dieses Torflagers wild vorkommt.

Unter den in Torflagern liegenden Baumstämmen kommen indessen auch viele vor, welche an ihren Bruchflächen deutliche Zeichen von Axthieben tragen und hierdurch andeuten, dass sie durch Menschenhand gefällt worden sind. Freese, welcher über diese abgehauenen Bäume in Torfmooren weitläufige Untersuchungen angestellt hat, ist der Meinung, dass dieselben aus der Zeit Karls des Grossen, welcher die Waldungen der alten Friesen habe umhauen lassen, herrührten. (Vergl. Freese, Ueber die Vehne. 1789. S. 60.) — In Schottland dagegen, wo man ebenfalls in Torfmooren zahllose solcher mit Axthiebflächen versehener Baumstämme findet, glaubt man, dass die Römer Waldungen niedergehauen hätten, um leichter in dem morastischen Lande vordringen zu können. Dasselbe wird auch nach Griesebach (a. a. O., S. 65 ff.) von den colossalen Waldungen behauptet, welche sonst die moorigen Landstriche Westphalens und Ostfrieslands bedeckten, obgleich es nach seiner Ansicht viel wahrscheinlicher ist, dass Nordweststürme, wie sie ja auch noch in späteren Jahrhunderten gewüthet haben, die Hauptvertilger dieser Wälder waren.

Schliesslich sei hier noch der, im Jahre 1818 2 bis 3 Fuss tief im Bourtanger Moor entdeckte und über 2 Wegstunden weit von Volte nach Terapel verfolgte, Holzdamm erwähnt, welcher nach den meisten Berichterstattern für ein Werk der Römer gehalten worden ist, nur aus grob mit Aexten zugehauenen Baumstämmen besteht und sich nur durch grössere Unregelmässigkeit und stärkere Breite von den in allen Moorgegenden gebräuchichen Holzstrassen unterscheidet. Nach Griesebachs Angaben (a. a. O., S. 71—73) scheint derselbe wirklich aus den Zeiten der Römerfeldzüge unter Germanicus abzustammen und nicht etwa in dem genannten Moore eingesunken, sondern von neugebildeter Torfmasse überwachsen zu sein.

Ausser den Baumstämmen finden sich in den Ablagerungen des reifen Torfes auch noch mehr oder weniger wohlerhaltene **Baumfrüchte**, welche theils von den Baumarten abstammen, deren Stammreste man im Torfe findet, theils aber auch von Bäumen, die gar nicht in oder an Torfmooren wachsen, z. B. von Buchen, Haseln, Steineichen u. s. w., herrühren. Dies letztere ist namentlich der Fall, wenn Torfmoore in der Nähe von Flüssen liegen, welche zeitweise ihre Ufergelände überfluthen und bei ihrem allmählichen Rückzuge alle Gegenstände, die sie mit sich führten, auf den von ihnen überflutheten Mooren zurücklassen. So fand man unter anderen bei der Anlegung der Werra-Eisenbahn in einem nicht weit von der Werra gelegenen Torflager ganze Lagen von Bucheln, Eicheln, Haseln, Erlenzäpfchen und Fichtenzapfen gebräunt — aber sonst wohl erhalten — bunt durcheinander.

Bisweilen findet man aber auch in Torflagern wohlerhaltene Früchte von Pflanzen, die gegenwärtig gar nicht mehr in der näheren oder ferneren Umgebung dieser Moore wachsen. So erhielt ich im Jahre 1840 aus dem Torflager bei Wandersleben unweit Gotha sehr wohlerhaltene Saamenkapseln von *Iris sibirica*, einer Pflanze, welche wenigstens jetzt nirgends mehr wild in Thüringen und seiner Umgebung wächst.

Endlich kommen in den Lagen des reifen Torfes auch bisweilen noch die Reste von Krautgewächsen vor, welche gewöhnlich in der Gesellschaft der eigentlichen Torfbildungspflanzen wachsen, so in dem Grastorfe namentlich die Halm- und Blattreste von *Eriophorum vaginatum*, *Scirpus caespitosus*, *Juncus conglomeratus*, *Carex caespitosa*, *Narthecium ossifragum*, *Phragmites arundinacea*, *Iris Pseud-Acorus*, *Typha latifolia*, *Sparganium ramosum*, *Drosera rotundifolia* und *longifolia*, *Menyanthes trifoliata*; in dem Haidetorfe dagegen ausser den ebengenannten vorzüglich Stengel- und Blatttheile von *Myrica Gale*, *Andromeda polifolia*, *Ledum palustre*, *Empetrum nigrum*, *Oxycoccus palustris* etc. — Selten sind diese Pflanzenreste so wohl erhalten, dass man immer an ihnen deutlich die Species erkennen könnte.

Neben den Resten von Pflanzengliedern zeigen sich auch hie und da in Torflagern, theils umschlossen von der amorphen Torfmasse, theils in oder an den in ihr liegenden Holzstücken grössere oder kleinere Ausscheidungen von **harzartigen Substanzen**. So berichtet Keferstein (Geogn. Teutschl. IV. S. 50), dass er von Hausmann gelbbraunen, festen, mit Wurzelfasern durchzogenen Retinasphalt (Retinit) aus einem Torflager bei Osnabrück erhalten habe.

Auf bituminösen Kiefern- und Fichtenstämmen kommt nach Fickenscher in dem trockenen Torfmoore von Redwitz in Bayern und nach Göppert

in den Torfmooren bei Eger Fichtelit (Scheererit) vor (vgl. Jahrb. d. Miner. 1841. S. 848).

In den Harzgängen, Lücken und Spalten mächtiger Stämme und Wurzeln von alten Tannenwäldern, welche noch jetzt in dänischen Torflagern bei Holtegaard stecken, fand nach Bronn (Geschichte d. Nat. II. S. 371) Steenstrup Krystalle, in welchen Forchhammer zwei harzartige Stoffe nachwies, nämlich den Tekoretin und Phylloretin, die zusammengenommen fast die Zusammensetzung des Terpentinöls haben. Endlich hat man auch in einem Torflager bei Collberg Bernstein gefunden.

§. 50. b) **Animalische Einschlüsse.** Trotzdem, dass in Sümpfen und wasserreichen Mooren Insecten und Mollusken mancher Art leben, findet man in den Lagen des dichten, amorphen Torfes doch verhältnissmässig nur selten Reste von diesen Thieren. Der Grund davon mag in der Löslichkeit der kohlensauren Kalkschale dieser Thiere, in dem gerb- und quellsatzsauren Ammoniak, welches sich unaufhörlich in der vertorfenden Pflanzensubstanz entwickelt, liegen. Am ersten zeigen sich noch Schalen von Sumpfschnecken aus den Geschlechtern *Paludina*, *Cyclostoma*, *Planorbis*, *Lymnaeus* und *Valvata* in denjenigen Lagen des Torfes, welche noch zahlreiche Pflanzenreste einschliessen. Poggendorff hat auch in dem Torfe von Linum die Flügeldecke einer *Donacia* (*Donacia Menyanthidis* nach Kluge) gefunden (Karten. V. S. 264). — Dagegen bemerkt man oft in den unter dem Torfe lagernden Strassen von weissem, pulverigem Kalk (Wiesenmergel) nicht blos zahlreiche, wohlerhaltene Schalen, sondern auch unzählige — oft mikroskopisch kleine — Bruchstücke der ebengenannten Schneckenschalen.

Knochen oder auch ganze Gerippe, ja selbst noch mit Haut und Haaren versehene Körper von Wirbelthieren hat man schon oft in Torfmooren eingebettet gefunden. Unter den Säugethierresten sind vorzüglich diejenigen interessant, welche von gegenwärtig ausgestorbenen Thierarten abstammen, da sie in vielen Fällen für das hohe Alter der sie umschliessenden Torflager sprechen. Zu ihnen gehören namentlich die in den Torfmooren der Insel Man und Irlands oft noch in senkrechter Stellung vorkommenden Gerippe des Riesenhirsches (*Cervus megaceros*), an deren einem man eine wie von einem Pfeile durchbohrte Rippe beobachtete, und welche man hie und da in Gesellschaft von Resten des Dammhirsches und des Hundes gefunden hat; ferner der im Torfe bei Seligenstadt gefundene (und im Senkenberg'schen Museum zu Frankfurt aufbewahrte) Schädel des *Bos primigenius*; endlich die in den unteren Torfschichten von Wittgendorf bei Sprottau in Schlesien vorkommenden und bunt durcheinander liegenden Reste von *Elephas primigenius*, Ochsen, Hirschen, Fischen und nesterweise vertheilten (?) Paludinen. (Vgl. Bronns Gesch. d. Nat. II. S. 385.) Alle diese Reste stammen von Thieren, welche

wahrscheinlich bei dem Ueberschreiten des Torfmoores in demselben eingesunken und darum jünger als dieses sind. — Von den Thieren der Jetztzeit findet man namentlich Reste von Pflanzenfressern — Pferden, Ochsen, Auerochsen, Schafen, Edelhirschen, Dammhirschen, Elenn- und Rennthieren, Schweinen und Bibern, welche beim Grasen auf die Moore geriethen und in denselben untersanken — in den Torflagern. Im Torfmoore zu Vechelde bei Braunschweig und zu Schodeleben bei Aschersleben hat man 1820 sehr wohlerhaltene Geweihe des Elenns und einen schönen Schädel des Auerochsen gefunden. Ebenso hat man bei dem Aufgraben eines Canals zur Erftregulirung dicht vor dem Broichthore zu Grevenbroich im Januar 1862 in einem Torflager, 8 Fuss unter der Oberfläche, das vollständige wohlerhaltene Gerippe eines Ur mit 3 F. langen Hörnern (?) gefunden. (Das Skelet ist im Besitze des Herrn D. de Witte.) In Irland und Schottland, wo die Viehweiden oft unmittelbar an Torfmoore grenzen, soll auf die eben angegebene Weise jährlich eine beträchtliche Menge von Rind- und Schafvieh umkommen.

Selten sind die Reste von Vögeln, weil sich diese wegen ihrer Leichtigkeit oder durch Schwimmen leicht auf der Oberfläche eines Moores erhalten können. Im Alt-Warmbüchner Moore hat man jedoch noch auf der Sohle unter Baumstämmen ein wohlerhaltenes Moorhuhn (*Fulica atra*) gefunden. Vielleicht ist dasselbe erst nach seinem Tode in demselben untergesunken.

Endlich sind auch hie und da in Torfmooren mehr oder weniger wohlerhaltene Menschenleichen gefunden worden. Im Jahre 1830 fand man in einem Torfmoore bei Hassleben in Thüringen zwei vollständige, noch mit Fleisch und Haaren versehene Leichen, welche ihrer Kleidung und den goldenen Spangen nach, die sie um Hand- und Fussknöchel trugen, von altdeutschen Kaufleuten aus der Zeit des Julius Cäsar oder des Augustus stammten. Leider gingen sie an die Luft gebracht so rasch in Fäulniss über, dass man nur ihre Goldspangen und Gerippe retten konnte. — Nach Bronn (Gesch. d. Nat. II. S. 387) fand man in einem Torflager bei Haraldskiver in Jütland einen weiblichen Körper in mumienartigem Zustande, welcher mit Haken an einem Pfahle befestigt war, und deshalb von Alterthumsforschern der Königin Gunnhilde von Norwegen zugeschrieben wurde, von der man weiss, dass sie König Harald Blaatand im Jahre 965 in ein Torfmoor senken liess. — Nach Keferstein (a. a. O., S. 53 f.) entdeckte man 1817 in Ostfriesland, und zwar im Friedeburger Amte, beim Torfgraben in der Tiefe des Torfbodens ein Gerippe, dessen Gewand noch vollkommen erhalten war und auf wenigstens 2000jähriges Alter schliessen liess. — Nach einer Beschreibung der Gräfin Moira wurde in einem Torflager, 11 Fuss tief unter dessen Oberfläche, ein wohlerhaltener, von Thierhäuten umhüllter menschlicher Leichnam gefunden.

Das Merkwürdige bei diesen Leichnamen, aus deren Tracht man recht wohl auf das hohe Alter der sie umschliessenden Torflager schliessen darf, ist die theilweise gute Erhaltung aller ihrer weichen Körpertheile. Sie lässt sich indessen aus dem Umstande erklären, dass sich bei dem vollständigen Vertorfungsprocesse aller Gerbsäure- und harzhaltigen Gewächse, z. B. der Ericaceen, fortwährend eine Flüssigkeit entwickelt, welche (wie oben gezeigt worden ist) aus einer — dem Holzessig ähnlichen und wie dieser Kreosot-haltigen — Säure und einem — dem Holztheere ähnlichen — harzigen Oele (Bitumen) besteht und die fleischigen Theile gegen Fäulniss schützt. — Freilich findet man aber auch andererseits sowohl menschliche wie thierische Leichen, von denen nur die Knochen übrig sind. Diese Erscheinung lässt sich im Gegensatze zur vorigen nur dann erst erklären, wenn man die Natur des Torfes, der sie umhüllt, kennt. (Vielleicht lagen sie in Grasmooren.)

Schliesslich sei unter den Organismen-Einschlüssen noch der als Kieselguhr bekannten Aggregationen von sogenannten Infusorien-Kieselpanzern in Torfmooren gedacht. In dem Torfmoore von Franzensbad bei Eger bilden sie nach Palliardi's Beschreibung (Jahrb. d. Miner. 1838. S. 89—91) unter kleinen Grashügelchen 6 bis 8 Zoll dicke, graulich-bräunlich weisse Lagermassen oder mit Mooradern oder Pflanzenfasern durchzogene Schichten, deren Masse pulverig, zerreiblich und mager anzufühlen ist, etwas an der Zunge klebt, zwischen den Zähnen knirscht, nach Klaproth aus 0,720 Kieselerde, 0,025 Thonerde, 0,025 Eisenoxyd und 0,210 Wasser besteht und nach Fischer und Ehrenberg namentlich die Panzer von *Navicula viridis*, *gibba*, *fulva*, *striatula* und *viridula*, *Gomphonema truncatum* und *clavatum*, welche noch lebend vorkommen, enthält. Nicht weit von diesem Lager ist am untern Ende des Torflagers in der sogenannten Soos bei Rohr noch eine ungeheure Anhäufung von Kieselpanzern: 40 Schritte im Viereck und 1 bis 3 Fuss dick; sie bilden eine pflanzenleere, weisse Fläche, auf der man wie auf Sand geht. Die Hauptmasse besteht aus den Panzern des ausgestorbenen *Campylodiscus clypeus* und aus noch lebenden Arten von *Navicula*.

§. 51. c) **Mineralische Einschlüsse.** Theils durch die mineralischen Bestandtheile, welche bei dem Vertorfungsprocesse aus dem Pflanzenkörper selbst frei werden, theils durch den Einfluss der bei diesem Processe entstehenden Säuren und Salze (z. B. des quell- und quellsatzsauren Ammoniaks) auf die Bestandtheile sowohl des Bodens, welcher ein Torfmoor umgiebt, wie der vertorfenden Pflanzen, entstehen im Zeitverlaufe mehrere Mineralkörper, welche sich innerhalb der Torfmasse, sobald diese austrocknet, absetzen. Die wichtigsten und am weitesten verbreiteten dieser Torfmineralien sind:

1) Schwefelkiese, namentlich Markasit oder Wasserkies, in dünnen glänzenden Blättchen und Ueberzügen, selten in ausgebildeten

kleinen Krystallen, welche vorzüglich an der Aussenfläche der in der Torfmasse eingeschlossenen, noch nicht ganz vertorften Pflanzenreste sitzen. Sie finden sich in allen Eisenvitriol spendenden Torflagern (so namentlich bei Kamnig und Tischendorf zwischen Münsterberg und Neisse in Oberschlesien; bei Kreuzburg, Malapane und in den Stoberauer Forsten; bei Schwarzenbruch ohnweit Duren im rheinischen Schiefergebirge; bei Torgau; bei Tölau ohnweit Halle; bei Helmstädt), und sind entweder durch ihre Oxydation die Eisenvitriolerzeuger dieser Lager, oder die Producte aus der Desoxydation des Eisenvitriols durch die verfaulende Pflanzenmasse. Ihre Entstehung kann auf folgende Weise vor sich gegangen sein: Quellsatzsaures Ammoniak, welches sich in den gegen die Luft mehr oder weniger verschlossenen und mit abgestorbenen Pflanzenresten wohlversorgten Bodenlagen reichlich entwickelt, löst (wie früher in dem Capitel über die Humification gezeigt worden ist) Eisenoxydul aus den Bodengemengtheilen auf und führt es den auf diesem Boden wachsenden Pflanzen als Nahrungsmittel zu. Wenn nun diese Pflanzen, unter denen vorzugsweise die Haide hervorzuheben ist, verfaulen, so entsteht aus der Zersetzung ihrer stets schwefelhaltigen Stickstoffsubstanzen (Eiweiss) Schwefelwasserstoff-Ammoniak, durch welches nicht blos das in der verfaulenden Pflanzenmasse vorhandene Eisenoxyd, sondern auch das noch im Bodenwasser aufgelöst vorhandene quellsatzsaure Eisenoxydul-Ammoniak in Zweifach-Schwefeleisen, d. i. in Schwefelkies, umgewandelt wird, der sich endlich an allen noch festen Pflanzentheilen absetzt, aber meist nicht von langer Dauer ist, indem er sich bald durch die Oxydation in Eisenvitriol und freie Schwefelsäure umwandelt, welche nun selbst wieder zur Bildung von schwefelsauren Salzen aus den Aschenbestandtheilen des Torfes beiträgt, wie wir gleich sehen werden.

2) Eisenvitriol, dessen Lösung oft die Masse des Torfes so durchdringt, dass sie sich beim Austrocknen an der Luft von allen Seiten dicht mit schimmelähnlichen Ueberzügen von Eisenvitriol bedeckt und zur Benennung: »Vitrioltorf« Veranlassung gegeben hat. Da, wo dieser Vitrioltorf in grosser Mächtigkeit auftritt, wie zu Kamnig und Schmelzendorf in Schlesien; zu Schwarzenbruch bei Duren im Rheinland, zu Torgau u. s. w., wird er zur Gewinnung von Eisenvitriol benutzt. — Wie beim Schwefelkies gezeigt worden ist, entsteht er aus der Oxydation dieses letzteren; aber es kommt auch umgekehrt vor, dass der Eisenvitriol dadurch, dass ihm verkohlende Pflanzensubstanzen seinen Sauerstoff entziehen, wieder in Schwefelkies umgewandelt wird, wie schon Nöggerath beobachtet hat, indem er (in seinen fortgesetzten Bemerkungen über fossile Baumstämme v. J. 1821. S. 21) sagt: »In dem Torfe bei Schwarzenbruch, am Bleiberge in der Eifel, ist der Eisenvitriol meist vollkom-

men ausgebildet im Torfe vorhanden, doch hat dabei die Schwefelkiesbildung örtlich ihren Anfang genommen.« — Ich selbst habe beobachtet, dass die Schwefelkiesbildung aus Eisenvitriolen hauptsächlich im Innern von verkohlten Baumstämmen stattfand, welche ganz in amorphem Torfe eingehüllt lagen.

3) Wie oben bei dem Schwefelkiese gezeigt worden ist, so wird bei dessen Vitriolisirung stets auch Schwefelsäure frei, indem zur Bildung von Eisenvitriol nur ein Theil dieser Säure nöthig ist, während sich aus dem Schwefelkiese ($2S + Fe$) zwei Theile derselben entwickeln. Dieser freigewordene Theil Schwefelsäure erzeugt nun wieder mehrere neue Mineralsalze im Torfe, theils aus den Bestandtheilen des letzteren, theils aus der Zersetzung der thonigen Erdtheile, welche mit dem Torfschlamme untermischt vorkommen. Die wichtigsten unter diesen sind:

a) Gyps, welcher aus der Einwirkung der Schwefelsäure auf die reichlich in allen Torfpflanzen vorkommende Kalkerde (siehe oben chemische Bestandtheile der Torfasche) entsteht und oft in trockengelegten Torflagern sternförmige Krystallgruppen bildet (z. B. im Torfmoore bei Franzensbad unweit Eger). Wie später gezeigt werden wird, kann er zur Bildung von reinem Schwefel Veranlassung geben.

b) Glaubersalz, welches sich bis jetzt in Torflagern am Strande des Meeres, aber unter anderen auch als weissgelbe Kruste von 1 bis 2 Linien Dicke auf der Oberfläche des Torfmoores bei Eger gezeigt hat und theils durch die Einwirkung der Schwefelsäure auf das in der Asche der Torfpflanzen vorkommende kohlensaure Natron entstanden ist, theils aber auch durch Zersetzung von Meersalz oder eindringendem Meerwasser in das Torflager gelangt sein kann.

c) Alaun, welcher in manchen Vitrioltorflagern aufgefunden wurde, ist wahrscheinlich durch Zersetzung der im Torfe vorkommenden thonigen Erdkrumen durch Schwefelsäure entstanden; kann aber auch zum Theil aus der Thonerde, welche die Torfgewächse unter ihren Aschenbestandtheilen besitzen, erzeugt worden sein.

d) Bittersalz (schwefelsaure Magnesia) in mehligen und feinnadelförmigen Ausblühungen auf vielen, an der Luft austrocknenden Torfmassen, ist jedenfalls durch die Einwirkung theils der freien Schwefelsäure auf die magnesiahaltigen Aschenbestandtheile der Torfpflanzen, theils der Eisenvitriollösung auf Knochen und Muschelschalen entstanden. Ich selbst habe in einem Torfe aus der Umgegend von Lingen neben Knöllchen von phosphorsaurem Eisenoxyd kleine Drusen haarförmigen Bittersalzes gefunden.

4) Kochsalz wird in manchen am Meere gelegenen Torflagern, — so namentlich in den unter dem Meeresniveau befindlichen und deshalb von den Fluthen desselben häufig übergossenen Landstrichen Hollands —

bisweilen in so grosser Menge getroffen, dass man z. B. in Holland früher aus diesen Torfmassen dasselbe gewonnen hat. Kommen in solchen salzhaltigen Torflagern auch noch Eisenkiese vor, so wird bei deren Vitriolisirung die Gelegenheit zur Bildung von Glaubersalz und Eisenchlorit gegeben.

5) Eisenblau oder Vivianit (phosphorsaures Eisenoxydul-Oxydhydrat), in smalte- bis grünlichblauen, erdigen Putzen, Knöllchen und Anflügen inmitten der Masse und auf Spaltflächen des reifen, schwarzen Haidetorfes, theils aber auch als Vererzungsmittel von Holzstämmen oder als Ausfüllung von Knochenröhren und Schneckenschalen. Es kommt in vielen Torfmooren vor, so in Ostfriesland, wo es unter dem Namen: »Stiffel« als ein Anzeichen von gutem Torf gern gesehen wird; im Hagenbruche und zu Vechelde bei Braunschweig, bei Halberstadt, in den Elstermooren der Lausitz, in Pommern, Schlesien, Böhmen, Steyermark u. s. w. Es kann sich, wie später bei der Beschreibung der Raseneisenerze gezeigt werden wird, auf doppelte Weise in Torfmooren erzeugen: entweder durch Einwirkung der Phosphorsäure, welche sich durch Oxydation des Phosphors in den Stickstoffsubstanzen der Moorgewächse entwickelt, auf im Moorwasser gelöstes quell- oder kohlensaures Eisenoxydul, oder durch Einwirkung von Eisenvitriol auf den phosphorsauren Kalk im Holze der Baumstämme und in den Thiersubstanzen, wie oben schon erwähnt worden ist. Für beide Entstehungsweisen liegen Thatsachen vor. Wohl alle Holzgewächse und Thiere enthalten in ihrer Holz- oder Fleischsubstanz mehr oder weniger Phosphor, welcher bei der Fäulniss derselben durch Anziehung von Sauerstoff phosphorige und zuletzt Phosphorsäure bildet und eben das Leuchten des faulen Holzes und der abgestorbenen Wasserthiere herbeiführt. Die so aus faulenden Organismenresten frei werdende Phosphorsäure löst sich im Wasser des Torfes auf und verbindet sich nun mit dem Eisenoxydul der im Moorwasser aufgelösten doppelkohlensauren Eisensalze zu weissem phosphorsaurem Eisenoxydul, welches sich an der Luft rasch zu blauem phosphorsaurem Eisenoxydul-Oxydhydrat oxydirt. Daher mag es kommen, dass sich das Eisenblau vorzüglich in Haidetorfmooren findet. — Es ist mir aber auch ein Fall bekannt, in welchem sich dieses Eisensalz im Baumstamme einer mächtigen, scheinbar ganz gesunden Buche entwickelte und deren ganzen Holzkörper schön grünblau färbte und sehr hart machte. Diese Buche stand bei Ruhla am Thüringer Walde in einem kleinen Thale auf etwas sumpfigem Boden, welcher unter seinen Gemengtheilen vitriolisirende Schwefelkiese (von dem den Bodengrund bildenden Dioritschiefer) enthielt. Die Buche nahm durch ihre Wurzeln den im Bodenwasser gelösten Eisenvitriol auf und indem derselbe im Innern ihres Stammes mit phosphorsaurem Kalke, einem nie

fehlenden Bestandtheile der Buchenasche, in dauernde Berührung kam, tauschte er mit dem letzteren die Säuren, so dass einerseits phosphorsaures Eisenoxyd und andererseits schwefelsaurer Kalk entstand, welchen die Buche sogleich als Nahrungsmittel benutzte.

6) Knolliger oder erdiger Limonit, ein häufiges Beimengsel des Torfes, welches oft lagenweise die Masse des letzteren durchzieht, wie später bei der Beschreibung der Raseneisenerze weiter gezeigt werden soll.

7) Schwefel, meist in weissgelben pulverigen Anflügen, selten in derben Massen und noch seltener in Krystalldrusen, ist schon in beträchtlichen Mengen, namentlich in den Vitrioltorf-haltigen Mooren und in den unter dem Namen »Darg« bekannten Torflagen der Nordseeküstenländer, gefunden worden. Er bildet sich theils bei der Zersetzung des Schwefelwasserstoffes, welcher bei der Fäulniss aller stickstoffhaltigen Pflanzentheile frei wird, theils auch aus schwefelsauren Salzen, namentlich aus schwefelsaurer Kalkerde. Wenn nämlich dieses Salz — welches, wie oben gezeigt worden ist, aus der Einwirkung der Schwefelsäure und Eisenvitriole auf kohlensauren und phosphorsauren Kalk entsteht — mit in Gährung befindlichen Pflanzentheilen in dauernde Berührung kommt, so wird es durch die kohligen Theile dieser letzteren desoxydirt und in Schwefelcalcium umgewandelt. Kommt nun die wässerige Lösung dieses Schwefelmetalles mit der bei der Vitriolisirung von Schwefelkiesen freiwerdenden Schwefelsäure in Berührung, so bildet sich unter der Zersetzung seines Lösungswassers von Neuem schwefelsaures Kalkerdehydrat (Gyps) und andererseits Schwefelwasserstoff, aus welchem dann bei Luftzutritt Wasser und freier Schwefel entsteht.

8) Endlich hat man auch Kupferkies, Blende, welche aus der Desoxydation ihres schwefelsauren Salzes durch die verkohlende Pflanzensubstanz entstanden sein mögen, Malachit und Apatit in manchen Torflagern gefunden.

Ausser diesen Mineraleinschlüssen kommen in vielen Torflagern auch noch sandige Aggregate und Felstrümmer verschiedener Art und Grösse vor. In der Regel stammen dieselben von Gesteinsmassen in der nächsten Umgebung der Moore ab; bisweilen mögen sie aber auch durch Wasserfluthen oder Menschenhände in diese Moore gelangt sein.

Endlich sind hier aber auch noch die eigenthümlichen Zwischenlagen von breiigem oder erdigem Kalktuff, durch welche — an vielen Orten z. B. im Erdinger Moor, im Schleissheimer und Olchinger Moor in Bayern — die Torfmasse eines Lagers in einzelne Lager getrennt wird, zu erwähnen. (Vgl. Sendtner a. a. O., S. 127.)

§. 52. d) **Kunstgegenstände als Einschlüsse.** Wie die in Torfmooren versenkt liegenden Körper von Säugethieren und Menschen sehr oft gute Merk-

male für die Altersbestimmung eines Torflagers abgeben, so ist dies auch der Fall mit den in Torflagern vorkommenden Erzeugnissen menschlicher Thätigkeit, wenn auch viele derselben erst sehr spät in das Innere dieser Lager gelangt sein mögen. Man hat in den ostfriesischen und holländischen Torfmooren von Zeit zu Zeit römische Münzen, Waffen und Kochgeschirre, aus der Zeit des Julius Cäsar, und in schottischen Mooren (bei Holyhead) Goldmünzen aus der Zeit Constantins des Grossen, gefunden. In Schottland, Irland, Frankreich, der Schweiz und Friesland hat man theils auf dem Grunde, theils in der Masse der Moore selbst die Ueberreste von alten keltischen Wohnungen, Pfahlbauten und römischen Heerstrassen, zum Theil noch mit Pflaster versehen, entdeckt; die hölzerne Brücke des Germanicus in den holländischen Mooren ist oben schon erwähnt worden. — In den friesischen Mooren sind schon bisweilen aus einem Baumstamme verfertigte Kähne mit Schiffsgeräthschaften der alten Landbewohner vorgekommen. Nach Lyell fand sich in den Dumfrieshirer Mooren ein phönizisches Boot und ein römischer Maassstab, und in einem Torfmoore des Sommethales ein mit Ziegeln beladenes Boot, was offenbar darauf hindeutet, dass da, wo sich jetzt das Moor befindet, früher ein schiffbares Gewässer war. Nach v. Moll (Ephemeriden V.) hat man in Bayern Scheuern und hohe Gartenzäune von Torf überwachsen gefunden. — Tief unten im Inneren mancher Torfablagerungen ist auch schon durch Feuer verkohltes Holz unter Verhältnissen vorgekommen, dass man annehmen muss, dass an den Lagerstätten dieser Kohlen Menschen ein Feuer gehabt haben. Unter allen diesen Vorkommnissen von Gegenständen menschlicher Thätigkeit, von denen hier nur einige der bedeutsameren angegeben worden sind, verdienen die Bauwerke grösserer Art, wie die Strassen der Römer und die Gebäude (so namentlich in den Schweizer Seemooren die schon oben im §. 38. S. 93 näher angegebenen Pfahlbauten der keltischen Völkerschaften), welche sich a u f d e r S o h l e d e r T o r f m o o r e befinden, die meiste Aufmerksamkeit; denn sie erscheinen als die unzweideutigsten Merkmale des Zeitraumes, in welchem sich das sie überlagernde Torfmoor gebildet hat, während die in dem Torfe selbst vorkommenden Kunstproducte, wie Waffen, Kochgeschirre und Münzen, erst viel später d u r c h E i n s i n k e n in das Innere des Torfes gelangt sein können und deshalb nur im Allgemeinen angeben, dass die Torfmoore, in denen sie vergraben liegen, schon vorhanden sein mussten, als sie in dieselben gelangten. Unter ihnen erscheinen noch am wichtigsten die Münzen mit ihren charakteristischen Geprägen.

§. 53. **Schichtung und Mächtigkeit der Torfablagerungen.** Die Torflager sind gegenwärtig entweder fertig gebildete Massen, deren Weiterentwickelung schon längst aufgehört hat, oder noch in der Fortbildung begriffene. Sind jene ersten nur von Pflanzenresten einer und derselben Art gebildet und während ihrer Entwickelung durch keine fremdartigen Ein-

schiebungen gestört worden, so zeigen sie in ihrer ganzen Masse keine Spur von Schichtung; die gegenwärtig aber sich noch fortbildenden Torflager lassen wenigstens, auch wenn ihre Bildungspflanzen von einerlei Art sind, eine scheinbare wagerechte Abtheilung der in einem Lager befindlichen Torfmasse in

1) eine untere, älteste, schwarze oder schwarzbraune, fast nur aus amorpher Torfsubstanz bestehende, also mehr oder weniger reife,

2) eine mittlere, jüngere, hellbraune, aus einem Gemenge von amorpher Torfsubstanz und Wurzelgeweben zusammengesetzte, noch in der Reife begriffene,

3) eine obere, jüngste, gelbbraune, nur aus einem Filze von deutlich erkennbaren Pflanzenresten bestehende, unreife Bank oder Schichte zu.

Indessen ist auch dieses Abgetheiltsein nur ein für den Augenblick geltendes, indem sich ja die mittlere und obere Torfschichte im Verlaufe der Zeit in ihrer Substanz immer mehr verändert und der Reife nähert, und auch nur ein oberflächliches, indem ein allmählicher Uebergang von der ganz reifen Torfmasse zur ganz unreifen stattfindet, so dass man auch bei der sorgfältigsten Untersuchung keine ganz genaue Grenzscheide zwischen zwei der ebengenannten Torfablagerungsmassen finden kann.

Wenn indessen eine Torfablagerung — sei es eine gegenwärtig fertig gebildete oder noch in ihrer Fortbildung begriffene — in den verschiedenen über einander folgenden Lagen ihrer Masse von Pflanzen verschiedener Art zusammengesetzt oder durch äussere Einflüsse verschiedener Art in ihrer Entwickelung gestört worden ist, dann lässt sie auch in ihrer Masse eine wirkliche Abtheilung in Schichten, deren Bildungsmaterial oft sehr bezeichnend für den Vegetationscharakter ihrer Bildungsperiode und ihrer Lagerorte ist, wahrnehmen, wie folgende Belege zeigen werden:

a) Torfschichtung, hervorgerufen durch verschiedenartiges Bildungsmaterial.

1) Bei Wenigenlupnitz, 1 Meile östlich von Eisenach, befindet sich am nördlichen Abhange des Hörselberges in einem Becken der Lettenkohlengruppe ein kleines Torflager, welches längst schon in seiner Entwickelung aufgehört hat. Dasselbe zeigte von oben nach unten ganz deutlich folgende wagerechte Schichtmassen:

Unter einer Decke von guten Wiesengräsern folgte:

1) zuerst mergelig thonige Ackerkrume in einer Mächtigkeit von 15 Zoll;

2) darunter eine graue, von halbzersetzten Blatt- und Wurzelresten von *Carex*- und *Eriophorum*-Arten ganz durchfilzte Erdkrume, in der sich eine grosse Menge von Schnecken (*Planorbis carinatus* und *Limnaeus minutus*) lagenweise befanden, mächtig 18 Zoll;

3) darunter eine braune, von Halmen und Wurzelstöcken von Rohrgras (*Poa aquatica* [?]) durchzogene, ebenfalls viel Sumpfschnecken haltige Torfschichte in einer Mächtigkeit von 20 Zoll;

4) zu unterst endlich eine schwarze, fast ganz amorphe, nur sehr wenige, stark in Zersetzung begriffene, Blattreste (Kiefernadeln) enthaltende, fast schlammige Torfschichte, in welcher sich bei 10 Fuss Tiefe Stammstücke von Fichten, Eichen und 3 plattgedrückte Kiefernstämme, welche abgefault neben ihren — in der Sohle des Lagers haftenden — Wurzelstöcken lagen und noch sehr wohlerhaltene Zapfen mit Saamen besassen, befanden. Auch in dieser Torfschichte lagen zerstreut umher eine grosse Menge von kleinen, aber meist so mürben und zertrümmerten Schneckenschalen, dass ich unter ihnen nur vermuthungsweise die *Paludina impura* und *Valvata piscinalis* angeben kann.

Obwohl durch keine fremdartigen Zwischenlagen von einander getrennt, sind doch die ebengenannten Torfschichten deutlich von einander zu unterscheiden, da sie aus verschiedenem Bildungsmateriale bestehen und aus verschiedenen Bildungszeiträumen abstammen. Ganz besonders interessant ist die unterste dieser Torfschichten. Sie nähert sich in den Eigenschaften ihrer Masse dem Baggertorfe und ist jedenfalls — so weit ihre Einschlüsse dafür sprechen — aus den Verfaulungsresten eines Waldes (Kiefernwaldes) entstanden, während die über ihr lagernde Schichte aus Sumpf- und Wassergräsern gebildet worden ist. Sie muss daher einer ganz anderen, viel früheren Bildungsperiode angehört haben, als diese über ihr lagernde Schichte, zumal da seit Menschengedenken auf dem ganzen grossen Plateau der Hörselberge keine Spur von früheren Kieferwäldern mehr zu finden ist. Es sprechen auch für diese Ansicht ihre ganz zertrümmerten und bröckeligen Schneckenreste, während in den über ihr befindlichen Schichten alle Schneckengehäuse noch ganz wohlerhalten sind. Endlich möchte ich auch nicht unerwähnt lassen, dass das an sich ganz klare, fast geschmacklose Wasser, von welchem diese unterste Schichte durchzogen wird, so reich an quellsatzsaurem Eisenoxyd-Ammoniak ist, dass sich alle, ausserhalb der Torfschichte, befindlichen Körper, selbst Schneckenhäuser, todte Wasserkäfer und Froschlaichhaufen, mit einem ockergelben Ueberzuge von Eisenoxydhydrat bedecken. (Vgl. hierzu weiter unten die Beschreibung der Raseneisenbildungen.)

2) Nach Griesebach (Ueber die Bildung des Torfes in den Emsmooren, S. 42.) lagern im Papenburger Moore an dem grossen dasselbe durchschneidenden Canale von oben nach unten folgende Schichtmassen:

1) Zuoberst: Bunkerde (d. h. eine von den Wurzeln der leben-

den Pflanzendecke durchwirkte Torfschichte, welche getrocknet in ein schwarzbraunes, sandfreies Pulver zerfällt [und jedenfalls mehr Haidehumus als Haidetorf ist]), mächtig 1 Fuss;

2) darunter: brauner amorpher Torf, dessen Masse aus einem Gemische von Haidehumus und vermodernden zarten Haidewurzelfasern besteht und Nester von Torfmoos und fusslange Splittlagen enthält, mächtig 20 bis 24 Fuss;

3) dann: schwarzer amorpher Torf, welcher 10 Fuss tief unter der Oberfläche liegt, keine Nester von Moostorf enthält, aber schalige Absonderungen (Papiertorf oder Brandlage) hie und da besitzt, mächtig 20—24 Fuss;

4) dann: Moostorf, mächtig 3—4 Zoll;

5) dann: schwarzer Sand, mächtig 1 Fuss;

6) hellgefärbter Geestsand, welcher die Sohle des ganzen Torflagers bildet. — Bemerkenswerth ist, dass in diesem Torflager der Moostorf naturgemäss die unterste Lage des ganzen Lagers bildet, während er an anderen Orten — z. B. in Bayern — gewöhnlich die obere Lage darstellt.

3) In den Emsmooren, sowie auch in vielen anderen Mooren Norddeutschlands ist die Ablagerungsmasse des amorphen Torfes durch die schon oben bei den vegetabilischen Einschlüssen des Torfes erwähnten — Splittlagen in lauter wagerechte, dichten Schichten ähnliche, Lagen abgetheilt, welche nach Eiselen (S. 42. §. 9.) das Torflager »quer abzulösen« pflegen.

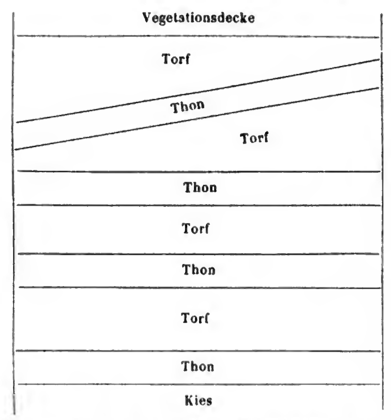
b) Torfschichtung, hervorgebracht durch mineralische Zwischenlager.

1) Auf Seeland und in den Küstengegenden von Jütland kommen Torflager vor, deren Masse durch Zwischenlager von Dünensand in mehrere Schichtmassen abgetheilt werden.

2) Im Erdinger Moor, Schleissheimer und Olchinger Moor in Bayern ist die Torfmasse durch Zwischenschichten von erdigem oder schlammigem Kalk (sogenanntem Alm) in einzelne Ablagerungsmassen zertheilt.

3) Im Torflager von Reuti in Südbayern erscheint die Torfmasse durch zahlreiche Zwischenlager von Thon in ungleich starke Schichten abgetheilt, wie umstehendes aus Sendtner (a. a. O., S. 711) entlehnte Profil zeigt.

Die Mächtigkeit der Torfablagerungen zeigt sich sehr verschieden, selbst in einem und demselben Landesgebiete. Im Allgemeinen besitzen die sogenannten Hochmoore eine grössere Tiefe als die Wiesen oder Grünlandsmoore. So zeigen die Hochmoore Irlands in den Ebenen eine Torflage, welche hie und da eine Mächtigkeit von 50 Fuss erreicht, während



sie auf den Gebirgen nur 10—15 Fuss stark vorkommt; die Lithauens eine Tiefe von 33—36 Fuss, die Norddeutschlands eine von 12—24 Fuss, während die norddeutschen Grünlandsmoore gewöhnlich 3—7 Fuss, selten 8—10 Fuss Mächtigkeit haben (nach Eiseler). Im nordwestlichen Deutschland ist das Hochmoor vom Dümmer See über 30 Fuss, das von Papenburg 30 Fuss und das Bourtanger Moor 8—12 Fuss tief (nach Griesebach). In Bayern zeigt nach Sendtner das Erdinger Hochmoor bis 20 Fuss und das Neuburger Donau-Hochmoor an seinem oberen Theile 20—30 Fuss Mächtigkeit, während alle Wiesenmoore höchstens eine Mächtigkeit von 8 Fuss besitzen.

Indessen selbst in einem und demselben Lager erscheint die Mächtigkeit des Torfes verschieden; es hängt dies lediglich von der Oberflächengestaltung der Unterlage eines solchen Lagers ab. Ist das Ablagerungsbecken desselben von Bodenanschwellungen besetzt, so zeigt der Torf auf den Höhen dieser letzteren natürlich eine stets viel geringere Tiefe als in den zwischen denselben befindlichen Concavitäten der Oberfläche.

Wie die Mächtigkeit, so ist auch die Flächen-Ausdehnung der Torfmoore sehr verschieden gross. Die Gesammtfläche der in Südbayern gelegenen Moore beträgt nach Sendtner (S. 616) gegen 20 Quadratmeilen; die grössten Moore in diesem Lande nehmen im Allgemeinen einen zusammenhängenden Flächenraum von ungefähr 35000 Tagewerken = 2,16 Quadratmeilen ein. Unter ihnen breitet sich das Erdinger Hochmoor am rechten Ufer der Isar, zwischen München, Erding und Freising über einen

Raum von 4,6 Quadratmeilen, und das Neuburger Donaumoor am rechten Ufer der Donau zwischen Ingolstadt, Neuburg und Reichertshofen über eine Fläche von 3⅛ Quadratmeile aus. — Auf der Rhön lagert das 25 Acker grosse rothe Moor. — Im nordwestlichen Deutschland nimmt nach Griesebach (S. 7) das Bourtanger Moor und Twift 25 Quadratmeilen, und das Arenberger Moor, soweit es zwischen Huimling, Hunte, Leda und Ems eine zusammenhängende Fläche bildet, 28 Quadratmeilen, also mit dem Bourtanger Moor zusammen 53 Quadratmeilen ein; ja, wenn man die Flächen der sämmtlichen Emsmoore im Königreiche Hannover zusammenzählt, so bedecken sie 120 bis 130 Quadratmeilen, also mehr als ein Sechstel dieses ganzen Staates. — In Norddeutschland ist namentlich Pommern reich an gewaltigen Torfflächen. So bedeckt nach Sprengel der Lebabruch an der Leba in Hinterpommern 60000 preussische Morgen = 4,96 Quadratmeilen Landes. — In Irland nehmen die Torfmoore nach Wright 3,000000 Acres und nach Lyell 1/10 der ganzen Oberfläche von diesem Lande ein.

Ebenso besitzt Lithauen ausgedehnte Torfflächen; die grössten aber mögen sich im östlichen Russland befinden. Im uralischen Russland — z. B. in der Nähe von Nischni-Tagilsk — kommen über 20 Fuss mächtige Torflager vor, welche mehr als 1000 preussische Morgen grosse Flächen bedecken und meist mächtige Limonitlager umschliessen. Und im Norden Russlands und Sibiriens besteht nach Ludwig (a. a. O., S. 98) die Gesammtoberfläche des Landes aus schwammigen Torflagern, den sogenannten Tundren.

§. 54. **Das Nachwachsen und Alter des Torfes.** Die im vorigen §. angegebene Mächtigkeit einzelner Torflager ist nur dann eine feste, wenn ein Torflager in seiner weiteren Entwickelung durch Ueberlagerung von Mineralmassen oder durch gänzliche Trockenlegung gehemmt ist. Wo dagegen die oben weitläufig besprochenen Bedingungen der Torfbildung noch fortdauern, da erzeugen sich auch unaufhörlich neue Torflager, so dass sich die Mächtigkeit der schon vorhandenen mit jedem Jahre verstärkt.

Wie nun in jedem Torfmoore, welches in seiner Entwickelung nicht gestört wird, sich fort und fort neuer Torf bildet, so entsteht auch in Torflagern, welche theilweise abgestochen worden sind, in den leer gewordenen Räumen so lange wieder neuer Torf, als die zur Torfbildung gehörigen Bedingungen in ihnen nicht entfernt worden sind. Dieses Nachwachsen des Torfes ist vielfach nachgewiesen worden, wenn man auch über die Schnelligkeit, mit welcher diese neuen Torfbildungen die leer gewordenen Räume wieder vollständig ausfüllen, noch nicht überall übereinstimmt. — Indessen scheint in den ausgestochenen Räumen der Hochmoore das Nachwachsen des Torfes leichter und sicherer vor sich zu gehen, weil in ihnen die stark wuchernden Wassermoose stets bei der Hand sind, die vom Torfe

frei gewordenen Gruben gleich wieder zu besetzen, den Wiesenmooren dagegen dieses rasch arbeitende Verbindungsmittel abgeht. Deshalb läugnen auch die meisten Gewährsmänner das Nachwachsen des Wiesentorfes, so Sprengel, Lasius und Lesquereux. Ihnen gegenüber zeigt aber Sendtner (S. 648), dass allerdings abgestochene Wiesenmoore sich wieder, wenn auch nur langsam, ergänzen können, wie dies z. B. das Erdinger Moor deutlich zeige, da in demselben alte Torfstiche gegenwärtig (1854) 3 Zoll hoch mit neuem Torfe ausgefüllt erscheinen. Mir selbst ist kein Wiesenmoor bekannt, in welchem der Torf nachgewachsen wäre, weil in allen den von mir untersuchten Mooren dieser Art gleich nach dem vollständigen Ausstiche derselben Steinschutt und Culturland eingetragen — also die Torfbildungsmittel gestört wurden.

Ich gebe nun im Folgenden einzelne Belege, welche wenigstens deutlich den Nachwuchs des Torfes in Hochmooren darlegen.

1) In dieser Beziehung theilt Hornschuch (Flora 1837. II., S. 737 ff.) schöne Beobachtungen mit, welche er an den ausgestochenen Torfgruben beim Gute Kieshof unweit Greifswalde gemacht hatte:

»Dieses Torfmoor besteht aus einer trocknen Abtheilung, wo der nur wenige Fuss dicke Torf auf Sand liegt und fast ganz von der Haide (*Calluna vulgaris*) bedeckt wird . . . . ; und aus einer nassen Abtheilung, wo der Torf bereits aus vielen getrennten kleinen Gräben ausgestochen ist, die nun mit Wasser gefüllt sind. Die zwischen den Gräben stehen gebliebenen Torfwände sind oben mit *Calluna*, den genannten Arten von Vaccinien, *Ledum*, *Andromeda*, *Empetrum*, *Salix*, *Molinia*, *Aira*, *Arundo stricta*, *Eriophorum vaginatum*, *Orchis maculata*, einigen Büschen von *Salix pentandra* und *Betula pubescens*, an den Seiten aber hie und da mit *Carex vesicaria*, *C. paludosa*, *C. ampullacea* und *C. stricta* bewachsen . . . . In den zuletzt ausgestochenen Torfgruben findet man das Wasser nur von *Potamogeton natans* ganz bedeckt und einigen Algenarten; — etwas ältre enthalten *Hydrocharis morsus ranae*, *Equisetum limosum* und *Carex filiformis*; oder *Potamogeton natans*, *Hydrocharis*, *Comarum palustre* und jene *Carex*; oder *Nymphaea alba* mit demselben *Potamogeton* und *Hydrocharis* und *Utricularia vulgaris*; noch ältre endlich *Sphagnum cuspidatum* schwimmend: dieses überzieht allmählich die ganze Oberfläche des Wassers in der Grube, sinkt durch seine eigene Schwere mit den anderen darauf wachsenden Pflanzen unter und füllt jene aus, oder bildet schwimmende Inseln, und an seine Stelle tritt alsdann *Sph. acutifolium*. Man beobachtet dabei diese Stufenfolge: *Sph. cuspidatum* setzt sich an einer Seite der Grube fest und dicht zusammen, schwimmt aber noch in und wird umgeben von Wasser, worin *Equisetum limosum* und *Carex filiformis* vegetiren, während von den anderen Seitenwänden her *Juncus uliginosus var. fluitans* die Wasserfläche zu überziehen beginnt. In älteren Gruben

überzieht *Sph. cuspidatum* die ganze Wasserfläche: auf und zwischen ihm siedeln sich *Schoenus albus*, *Eriophorum* und *Comarum* in einzelnen Stöcken, *Drosera intermedia* aber in grosser Menge an und die unter dem *Sphagnum* schwimmenden Rhizome des *Equisetum* durchbrechen dasselbe mit ihren zahlreichen Halmen. In noch älteren ist die *Sphagnum*-Decke, in welcher sich auch die Moose *Hypnum fluviatile*, *H. cuspidatum* und *Diplocomium longisetum* einmischen, dicker und dichter, oder bildet kleine schwimmende Inseln, die jedoch noch untersinken, wenn ein Mensch sie betritt. Auf dieser Moosdecke vegetiren: *Eriophorum gracile*, einzelne Stöcke von *Menyanthes*, *Drosera intermedia* und *Dr. anglica*, *Malaxis paludosa*, *Utricularia minor* und *Schoenus albus* und an trockeneren Stellen zuweilen *Drosera rotundifolia*; obschon zuweilen auch eine dieser Arten fehlt. Nicht selten bilden einzelne Stöcke von *Carex paludosa*, *C. vesicaria*, *C. stricta* oder *C. caespitosa* kleine festere Stellen. In jenen Gruben, wo die Moosdecke noch dicker und fester, findet sich vorherrschend *Eriophorum gracile* und in einzelnen Exemplaren *E. latifolium*, *Andromeda*, *Lysimachia vulgaris* und *Juncus conglomeratus* darauf. In den ältesten ganz mit *Sphagnum acutifolium* erfüllten, aber noch sumpfigen Gräben findet man endlich *Scheuchzeria palustris* in grosser Menge, und in den nur bei nasser Jahreszeit überschwemmten Vertiefungen *Juncus uliginosus* (in einer nur 2″—3″ hohen und in einer etwas grösseren Abänderung, deren Fruchtknoten alle in junge Pflänzchen auswachsen), nebst *J. articulatus* und *J. bufonius*. An seichten, aber das ganze Jahr überschwemmten Stellen siedeln sich *Carex ampullacea*, *Hydrocharis* und das *Potamogeton* an.«

2) Palliardi (nach Bronns Geschichte der Natur, S. 350) berichtet folgendes über das Nachwachsen des Torfes im Egerlande:

»Das 14 Fuss mächtige Lager kann des Wassers wegen nur 4 — 5 Fuss tief abgestochen werden. Im zweiten Jahre nach dem Abstechen sieht man das in der Grube angesammelte braune Wasser sich mit verschiedenen Konferven überziehen, im dritten kommen Wasser-Linsen hinzu, im vierten Binsen, Woll- und Riedgras, diese bilden eine wohl noch schwankende, aber doch schon den Fuss tragende Decke, dort Kuhwampen genannt. Nach 10—12 Jahren ist die Oberfläche des gewesenen Torfstiches mit *Erica vulgaris*, *Vaccinium uliginosum* und *V. oxycoccos*, *Salix repens* und *Pinus obliqua* bewachsen. Nach 30—40 Jahren hat sich der Torf, wenn kein Vieh darauf geweidet und das Wasser nicht abgeleitet worden, wieder erzeugt; man kann von Neuem stechen.

3) De Luc beobachtete in den Bremer Mooren, dass der Torf in 30 Jahren zu 6 Fuss Dicke nachwuchs. Voigt behauptet, dass in einem Moore bei Artern der Torf in 16 Jahren um 2 Ellen gewachsen sei. Hoffmann sah in 50 Jahren den Torf im Altwarmbrücher Moor bei Hannover

8 Fuss hoch wachsen. Sprengel theilt mit, dass in abgestochenen Torfmooren Hannovers nach 30 Jahren schon wieder Torf gestochen wurde.

4) Sendtner hat (a. a. O., S. 648) den Nachwuchs des Torfes in den Hochmooren am Chiemsee und bei Rosenheim beobachtet und gefunden, dass z. B. in dem vor 40 Jahren »abgebrannten Filz« bei Rosenheim jetzt (d. i. im Jahre 1854) jede Spur von dem Brande durch den nachgewachsenen Torf verwischt erscheint. — Er theilt auch mit, dass im Langmoos bei Kempten eine alte, mit Kies überschüttete (vielleicht römische) Strasse 1½ Fuss hoch mit Torf bedeckt erscheint.

5) Endlich erwähnt auch Griesebach, wie oben bei der Beschreibung der Pflanzen- und Kunsteinschlüsse (§. 49 und §. 52) schon erwähnt worden ist, dass die in dem Bourtanger Moore vergrabene Römerbrücke nicht eingesunken, sondern von neu gebildetem Torfe überwachsen sei.

Schon aus den eben mitgetheilten Thatsachen ersieht man zur Genüge, dass die Schnelligkeit, mit welcher ausgestochene Torfgruben sich wieder von neuem füllen, je nach den äusseren Bildungsverhältnissen eine sehr verschiedene ist. Ebenso lehrt aber auch die Erfahrung, dass der gebildete unreife Torf sich nicht überall in gleichen Zeiträumen in reife, amorphe Torfmassen umwandelt. Leider fehlt es in dieser Beziehung noch zu sehr an wissenschaftlich begründeten Beobachtungen, um aus denselben einen sichern Schluss auf die Zeit, in welcher sich eine vertorfende Pflanzenmasse vollständig in reifen, amorphen Torf umwandeln kann, ziehen zu können. Die Natur der vertorfenden Pflanzen, die chemische Beschaffenheit und die Menge des sie umhüllenden Wassers, die klimatischen Verhältnisse, ja selbst die mineralische Beschaffenheit der Unterlage üben in dieser Beziehung, wie oben bei der Moorbildung gezeigt worden ist, einen grossen Einfluss aus und können die Vertorfung hemmen oder beschleunigen.

Aus allen diesen Gründen lässt sich aber nun auch auf das Alter eines Torflagers am ersten noch aus den in ihm vorkommenden vegetabilischen und artistischen Einschlüssen ein Schluss ziehen, obgleich derselbe auch nicht in allen Fällen ein vollgültiger sein kann, da ja, wie oben bei der Beschreibung der Torfeinschlüsse schon gezeigt worden, viele der letzteren, zumal wenn sie von bedeutendem Gewichte sind, erst später in das sie umschliessende Torfmoor eingesunken sein können. Indessen lässt sich aus den vegetabilischen und mineralischen Einschlüssen doch so viel erkennen, dass wohl die Bildung der bei weitem meisten Torfmoore in die historische Zeit gehört, da einerseits die, selbst in den tiefsten Lagen des amorphen Torfes bis jetzt aufgefundenen Pflanzenreste, auch die in der Sohle dieser Lager noch feststehenden Wurzelstöcke, von Pflanzenspecies herrühren, welche noch gegenwärtig in der nächsten Umgebung oder doch noch in dem

Ländergebiete dieser Torfmoore lebend angetroffen werden — und andererseits auch die in den Torflagern aufgefundenen animalischen Reste mit wenigen Ausnahmen noch von Thierarten der historischen Zeit abstammen. Eine Ausnahme von dieser letzten Angabe würden dann freilich die Torfmoore bilden, in denen man die Reste des *Bos primigenius*, des *Elephas primigenius* und des *Cervus megaceros* gefunden hat. Die Bildungszeit dieser Moore, zu denen die von der Insel Man, von Seligenstadt und Wittgendorf in Schlesien gehören (vergl. oben §. 50 unter den animalischen Einschlüssen des Torfes) würde hiernach auf die Grenze der historischen und vorhistorischen Zeit fallen.

Neben den Einschlüssen eines Torflagers können aber auch noch die Ueberlagerungen d. h. die Deckengebilde eines solchen Lagers ein Zeugniss für das relative Alter desselben abgeben. Denn wenn, wie dies z. B. bei vielen Mooren in den Küstenländern der Nord- und Ostsee der Fall ist, die Torflager von diluvischen Schlamm- und Sandgebilden des Moores bedeckt sind, dann gehören sie doch wohl einer Zeit an, in welcher Meeresfluthen noch die angrenzenden Landesmassen überschwemmen konnten.

Diese Ueberschwemmung war aber nur unter zwei Bedingungen möglich: Entweder lag das Land noch so tief, dass die Meeresfluthen über dasselbe hinziehen konnten, — dann konnten sich keine Moore auf demselben bilden; oder das Land lag anfangs hoch und senkte sich erst später unter den Spiegel des Meeres, so dass die früher auf demselben befindlichen Torfmoore unterseeisch wurden. Dies letztere ist nun in der That auch von sämmtlichen Küstenländern, namentlich der Nordsee erwiesen, indem sich diese, wie im folgenden §. noch gezeigt werden soll, noch fortwährend senken. Wenn man daher die sogenannten Dargmoore Norddeutschlands tief unter Seealluvien vergraben findet, so müssen dieselben jedenfalls älter als die letzteren sein und schon vor der Senkung des Landes unter das Meer bestanden haben. Ihre Bildung reicht daher (nach Griesebach S. 90) »weit über die Grenzen der historischen Ueberlieferung hinaus und ist, wiewohl in die Bedingungen der heutigen Schöpfung eingeschlossen, nach geologischem Maassstabe zu messen. Denn die Marschen, die über dem Darg gelagert sind, waren schon zur Zeit der Römer gebildet. . . . . Demnach bestand der Darg früher als Haidetorf. Zwischen der Senkung der Dargmoore und den ersten historischen Ueberlieferungen liegt der Ursprung der Hochmoore (an der Ems) mitten inne.«

§. 55. **Lagerorte und Verbreitung des Torfes.** Wenn sich auch hie und da kleine Lagermassen torfartiger Substanzen auf den nebelreichen Plateaus der höheren Gebirge bilden, so sind doch die Moore, wie in den früheren §§. gezeigt worden ist, als die Hauptbildungsstätten und folglich

auch als die Hauptlagerorte sich gegenwärtig noch fortbildenden Torfes zu betrachten. Alle Länderstriche daher, welche reich an Mooren sind, können auch Torflager enthalten, wenn sonst die zur Torfbildung gehörigen Potenzen in denselben vorhanden sind. Ausser den torfbildenden Gewächsen, zu denen unter günstigen Verhältnissen alle Pflanzenarten tauglich sein können, der geeigneten Unterlage und dem nöthigen Wasservorrathe, gehören nun nach §. 35 ganz besonders bestimmte klimatische Verhältnisse zur Umwandlung der abgestorbenen Pflanzen in Torfsubstanz. Es müssen nach dem eben genannten §. die durch des Sommers Wärme zur Verwesung angeregten Pflanzenreste durch des Winters Fröste in ihrer Verwesung gehemmt und ihre schon erzeugten Humussubstanzen unempfindlich gegen den Sauerstoff und die übrigen Verwesungspotenzen gemacht werden. Dies Alles kann aber nur in denjenigen Landesgebieten der Erde Statt finden, in denen mit verhältnissmässig kurzen, häufig feuchten Sommern lange frostreiche Winter wechseln. Demgemäss befindet sich die Hauptheimath der Torfmoore

einerseits in den Ebenen der nördlichen gemässigten und kalten Zone, indem die Torfmoore mit dem 46° n. Breite beginnend an Zahl, Ausdehnung und Mächtigkeit umsomehr zunehmen, je mehr die Entfernung von diesem Breitengrade aus nach der Polarzone hin zunimmt, dagegen umsomehr abnehmen, je mehr man sich den Aequatorialgegenden nähert;

andererseits auf den Rückenplateaus der Gebirge in um so grösseren Höhen, je näher diese Gebirge der heissen Zone liegen.

Am Südabhange der Alpen zeigen sich namentlich Seeenmoore an den Rändern der jetzt noch bestehenden oberitalischen Seeenspiegel, so am Garda- und am Comosee, oder in den Becken vieler ehemaligen Seeen Piemonts (vgl. oben §. 38). Am nördlichen Fusse der deutschen Alpen aber zieht sich durch das ganze Donaugebiet von Oberschwaben und Bayern eine mächtige Zone von Torfmooren, welche in Südbayern allein gegen 20 Quadratmeilen Landes einnehmen. Das Erdinger Moor am rechten Isarufer zwischen München und Freising umfasst allein schon 4,5 Quadratmeilen und das Neuenburger Donaumoor 3,5 Quadratmeilen.

In Oberschwaben treten namentlich im Donaugebiete eine grosse Menge von grossen Rieden auf und an den zahlreichen dort vorhandenen Seeen geht die Moor- und Torfbildung ununterbrochen fort. — Ein Gleiches bemerkt man an allen Seeenbecken der nördlichen Schweiz, wie schon oben §. 38. gezeigt worden ist.

Im nordwestlichen Deutschland spannt zunächst zwischen Rhein und Ems Westphalen und Holland und zwischen Ems und Elbe Hannover seine gewaltigen Moore aus. Nach Griesebach umfassen die Emsmoore allein einen Flächenraum von 53 geographischen □ Meilen. Von der

Grafschaft Bentheim besteht fast $\frac{1}{2}$, vom Herzogthume Arenenberg $\frac{2}{3}$ aus Moor. Von Ostfriesland und Bremen ist $\frac{1}{4}$ und vom ganzen Königreich Hannover der sechste Theil Moorgrund. — Zwischen Elbe und Oder breiten sich die grossen Moore von Mecklenburg, Holstein und Vorpommern aus. In Mecklenburg sind namentlich zu nennen: die Torfmoore bei Laasen und der Krenzliner Glashütte unweit Ludwigslust, von denen das letztere eine Tiefe von 15—20 Fuss, eine Fläche von 24000 Quadratruthen besitzt und in einer Tiefe von 6—8 Fuss eine Menge aufrecht stehender Tannenstümpfe und unter diesen in noch grösserer Tiefe viele liegende Tannen- und Birkenstämme zeigte. In Vorpommern ist namentlich das von Chamisso untersuchte Torfmoor bei Greifswalde zu nennen, dessen Sohle 10—14 Fuss unter dem mittleren Stande des Ostseespiegels liegt, obwohl es aus Landsumpfpflanzen besteht und eine Menge Wurzeln von Eichen und Kiefern bewahrt.

Unter den zahlreichen — hauptsächlich an der Spree, Oder, Warthe, Netze und unteren Weichsel oder im Gebiete der Pommerschen Seeenplatte auftretenden — Torfmooren Norddeutschlands umfasst allein der Lebabruch an der Leba in Hinterpommern 60000 preussische Morgen oder 4,96 Quadratmeilen. Und im Herzogthum Preussen war früher wenigstens der ganze Landesraum zwischen Tilsit und dem Kurischen Haff (die sogenannte Tilsiter Niederung) mit Torfmooren bedeckt.

In Irland bedecken, wie früher schon bemerkt worden ist, die Moore 3,000000 Acres oder $\frac{1}{10}$ der ganzen Oberfläche.

In Schottland und namentlich in Skandinavien bedecken sie den grössten Theil der weiten Gebirgsplateaus.

Im westlichen und östlichen Russland breiten sich wie §. 53. schon angedeutet worden, colossale Torfmoore aus, deren Umfang meist noch nicht bekannt ist.

Aber auch in Nordamerika sind die Torfmoore so verbreitet, dass z. B. nach Hitchcock im Staate Massachusetts kaum ein Ort ist, in dessen Gemarkung nicht Torf gefunden wird.

Das nördliche Asien scheint dagegen arm an grossen Torfmooren zu sein. Wahrscheinlich ist das trocken rauhe Klima die Ursache davon?! Während also nach den eben gegebenen Thatsachen die nördliche Hemisphäre sehr reich — und am reichsten in den von der Seeluft fortwährend angefeuchteten westlichen Küstenländern — an Torfmooren ist, begegnet man in den niederen Landstrichen des tropischen Afrikas fast keiner Spur von Torf. Sumpfige Wasserpfuhle mit torfähnlichem Humusschlamme treten wohl auch in ihnen auf, aber wahre Torfbildungen fehlen ihnen und können auch in ihnen aus den oben angegebenen Gründen nicht vorkommen.

Anders aber ist es auf den Kämmen der Gebirge. Diese zeigen

uns unter allen Breitengraden der Erdoberfläche mehr oder minder grosse Torfmoore, freilich in den verschiedenen Zonen auf verschiedenen Höhen über dem Meere. Während auf diese Weise alle die niederen und mittelhohen Rückenplateaus der aus krystallinischen Feldspathgesteinen bestehenden skandinavischen, schottischen und irischen, und ebenso aller deutschen Gebirge schon in Höhen von 1500 bis 3000 Fuss mehr oder minder ausgedehnte Torfablagerungen besitzen, kommt nach Pöppig auf dem breiten Rücken der peruanischen Anden zwischen Lima und Posco im 11° südlicher Breite erst in 4380—4390 Meter Seehöhe ein torfartiger schlammiger Boden vor, aus welchem zahllose Wasserfäden, die Anfänge der grössten Ströme der Welt, sich hervorwinden und zeigt sich überall da, wo sich zwischen den Schneebergen flache Thäler gebildet haben, Torf, welcher sehr asphaltreich ist.

Zusatz: Unter den deutschen Gebirgen besitzen auf ihren Rücken Torflager:
die Tyroler, Salzburger und Kärnthner Centralalpen in verschiedenen Höhen bis in die Nähe der Schneegrenze;
der Schwarzwald, auf Granit, welcher fast auf seinem höchsten Kamme zwischen Ens und Murg einen Torfbruch von mehreren 1000 Morgen Grösse mit 15—18′ mächtigem Torf trägt;
das Rheinische Schiefergebirge, welches indessen nur auf seinem westlichen Gebiete in den Ardennen auf Thonschieferunterlage in 1800—2000 Fuss Meereshöhe ausgedehnte Torfmoore zeigt;
die Hohe Rhön, welche ebenfalls auf ihrem 1500—2000 Fuss hohen Plateau das rothe, schwarze und kleine Moor über phonolithischem und trachytischem Gesteine zeigt;
der Harz, welcher gerade auf allen seinen höchsten Gipfeln, aber überall auf Granit (so bei 3300 Fuss am Brocken, bei 3168 Fuss an der Heinrichshöhe, bei 2880 Fuss am Wormberge etc.) Torf besitzt;
der Thüringer Wald, welcher ebenfalls auf seinen höchsten Gipfeln, aber auf Felsitporphyr (so am Inselsberge, Schneekopfe und Beerberge bei 2975 bis 3000 Fuss Höhe) Torflager zeigt;
das Fichtelgebirge zeigt auf seinem granitischen Schneeberge bei Weissenstadt etc. Torf;
das Erzgebirge besitzt gerade auf seinen höchsten aus granitischem Gesteine bestehenden Plateaus z. B. um Johann-Georgenstadt Torflager;
das Riesengebirge endlich zeigt bei 3000 Fuss Höhe auf seinem granitischen Riesenkamme ausgedehnte Torflager.

Aus den eben aufgezählten Lagerstätten der deutschen Gebirgs-Torfmoore wird man bemerken, dass immer gemengte krystallinische Feldspathgesteine das Bett dieser Torfmoore bilden, weil aus ihrer Zersetzung Thon und lösliche Kieselsäure, das Hauptnahrungsmittel der Wassermoose, entsteht. In diesem letzten Punkte liegt nun auch der Grund, warum die bei weitem meisten dieser Gebirgsmoore den Charakter der Hoch-, Haide- oder Moostorfmoore an sich tragen.

Dagegen wird man im Gebiete der Kalkgebirgsländer und selbst der Grauwackengebirge da, wo sie viel Kalkablagerungen besitzen, nur selten

einer Torfablagerung, am allerwenigsten einem Hochmoore, begegnen, weil der Kalk der Entwickelung der Wassermoose und der Haidearten hinderlich in den Weg tritt.

Aber selbst die Wiesenmoore, welche noch am ersten in Kalkgebirgsländern auftreten, lagern nur in den, zwischen den Kalkbergen befindlichen, von Bächen und Flüssen bewässerten Thalgeländen mit thonigem Untergrunde.

In den zwischen den Gebirgen am Meere gelegenen weiten Thalflächen oder Niederungen endlich bilden die gewaltigen Lehm- und Sandablagerungen des Diluviums die allgemeine Lagerstätte der Torfmoore.

Soviel über die Lagerstätten der jetzt noch lebenden Torfmoore. Ausser ihnen giebt es aber auch noch, wie früher schon mehrfach erwähnt worden ist, von Mineralschutt und Erdmassen oft hochauf bedeckte, verschüttete Torfablagerungen. Diese kommen nie auf Gebirgsrücken vor, sondern lagern an solchen Orten, welche leicht durch von Wasserfluthen herbeigeschlämmten Gebirgs- oder Erdschutt, oder durch den Flugsand der Dünen überschüttet werden konnten, also in Thälern und Ebenen, welche von Gebirgsbächen benetzt und überfluthet werden können, oder in den Thälern der Dünen, oft dicht am Meeresstrande; ja an den Küsten Belgiens, Hollands, Frieslands, Jütlands und Seelands im Bette des Meeres selbst.

1) In dem schönen breiten Werrathale, welches sich in grossen Schlangenwindungen hier zwischen bewaldeten Kuppen des Buntsandsteines, dort zwischen kahlen, steilen Wallbergzügen des Muschelkalkes hinzieht, sind gegenwärtig bis dicht an das Flussbett der Werra heran fast nur üppige fruchtbare Ackerländer oder schöne Fluren süsser Gräser zu finden, so dass kein Mensch vermuthet, dass früher an ihrer Stelle grosse Wiesenmoore und Torflager gestanden haben. Sobald man aber 5—10 Fuss tiefe Gruben auf denselben aussticht, gelangt man wenigstens an der entgegengesetzten Seite derjenigen Thalstellen, an denen sich die Werra um einen Bergvorsprung herumwindet, auf eine torfige Unterlage von mehr oder minder grossem Umfange. Diese Wiesenmoore sind sämmtlich theils durch den kiesreichen Schlamm, welchen die Werra mit sich führt, theils durch den Stein- und Erdschutt, welchen starke Regengüsse von den umliegenden Bergzügen herabgefluthet haben, allmählich verschüttet worden, wie ich schon im §. 41. weiter gezeigt habe.

2) In eben diesem §. sind auch schon die von Dünen vergrabenen Torflager (die sogenannten »Martorfe«) an der Küste Jütlands erwähnt worden.

3) Von Schleswig bis zur Schelde liegen (nach Griesebach S. 83 und Arends phys. Geschichte etc. Bd. I. S. 22. 84 u. s. w.) allgemein unter den See-Alluvien Torflager. Sie führen in Ostfriesland den Namen Darg-

schichten, sind ihren Einschlüssen nach aus Wiesenmooren entstanden und liegen 4—10 und mehre Fuss unter dem Marschboden. Zu Campen bei Emden ist man erst unter 44 Fuss Kleiboden (See-Alluvium) auf Darg gestossen, d. h. ebenso tief unter dem Meeres-Niveau, als die höchsten Theile der heutigen Geest in den Küstenprovinzen sich über dasselbe erheben. In den Warfen fand man z. B. folgende Schichtenreihe von oben nach unten:

Klei . . . . . 10—14 Fuss,
Knick . . . . 2—3 Fuss (eisenschüssiger Thon),
Klei . . . . . 15—18 Fuss (kalkhaltiger Lehm),
Darg . . . . . 6—15 Fuss,
Sand oder Lehm 2—12 Fuss,
Sandunterlage der Geest (Diluvium).

Die Stärke der Dargschichten schwankt in Ostfriesland zwischen 1 und 15 Fuss, und beträgt im Mittel 2—4 Fuss. — In Holstein kommen sie bei Brockdorf bis zu 20 Fuss Dicke vor.

Besonders wichtig sind die Wechsellagerungen des Darg mit den Alluvialschichten, die eine periodische Ueberfluthung des Meeres ausdrücken. Bohrungen in Ostfriesland, Holland und Holstein haben dieselben ausser Zweifel gesetzt: Eine Bohrung, zwei Stunden westlich von Emden, traf auf folgende Schichten:

Alluvium	13 Fuss
Darg	4 ,,
Sohlband	1 ,,
Alluvium	1 ,,
Darg	2 ,,
Sohlband	1 ,,
Alluvium	1 ,,
Darg	1 ,,
Alluvium	2 ,,
Darg	3 ,,
Sand	1 ,,

4) Endlich ist es aber auch erwiesen, dass ausgedehnte Torflager auf dem Grunde des Meeres lagern und nicht auf demselben entstanden, sondern durch die Einsenkung ihrer ehemaligen Lagerstätte dahin gelangt sind.

Schon Forchhammer macht in seiner — im §. 41. mitgetheilten — Beschreibung der Martorflager auf diese unterseeischen Torflagerstätten aufmerksam. Neuerdings erwähnt Nöggerath in seiner klaren, schönen Beschreibung der »Senkung der Nordseeküste« (in Westermann's illustr. Monatsheften 1861. Nr. 55. S. 44) dieselben mit den Worten: »Der Torf verbreitet sich auch noch auf dem Boden des Meeres in dasselbe hinein. Am

Strande der Nordsee wird die Torfschichte bei der Ebbe fast überall sichtbar, zwischen Nieuport und Ostende wird er sogar gewonnen, und bei jedem etwas heftigen Sturme werden an den Küsten der Insel Walcheren Stücke Torf ausgeworfen. Der Torf kann sich aber nicht im Meere bilden, folglich kann nur der Boden, welcher die üppigen Torfwaldungen getragen hat, nach der Torfbildung unter das Meer gesunken sein. Es sind auch Beweise vorhanden, dass der Torfboden, welcher mit der Schlammschicht jetzt bedeckt ist, früher von Menschen bewohnt war. In ihm hat man Gefässe von gebranntem Thon und bei Wenduyem grössere und kleinere Schüsseln von römischer Arbeit gefunden. Im Jahre 1370 fand man beim Eindammen eines Polders auf dem Torfe einen Hammer von Eisen, welcher noch in dem zeeländischen Museum aufbewahrt wird. In dem Torfe sind ferner Gräber, Votivsteine, Glasgefässe, viele rothe, schwarze und graue Gefässe, Medaillen aus der Zeit der römischen Invasion u. s. w. entdeckt worden. Meist fanden sich diese Alterthümer zwischen der Schlammdecke und dem Torfe, auf diesem liegend. Es entsprechen diese Thatsachen recht gut den Schilderungen Julius Cäsar's, dass diese früher schon von Menschen bewohnten Gegenden dicht bewaldet und voller Sümpfe waren. Sie lagen also höher als das Meer und sind später eingesunken und von dem Schlammgebilde des Meeres überdeckt worden.«

Capitel IV.

Die Morasterz- oder Limonitbildungen.

§. 56. **Im Allgemeinen.** Wie die Moore die Hauptbildungs- und Lagerstätten des Torfes sind, so erscheinen sie auch sehr häufig als die Laboratorien und Magazine, in welchen die Natur mittelst der abgestorbenen Pflanzenreste die, in der mineralischen Umgebung der Moore feinzertheilten, Eisenspuren zu ausgedehnten und mächtigen Eisenerzlagern ansammelt. Diese eigenthümlichen Eisenerzgebilde, welche indessen nicht blos in den Torfmooren, sondern auch in vielen Landseeen oder in dem Sprudelbecken und Rinnsaale vieler Quellen und Bäche, ja selbst in dem Untergrunde mancher Wiesen, Triften, Aecker und Wälder mit thonreichem Boden oder in der Vegetationsschichte sandreicher, mit Haide bewachsener Landstrecken, entstehen und sich nach ihrer einmaligen Entfernung gar

häufig auch wieder erzeugen, sind von hoher, geologischer wie technischer, Bedeutung; denn sie zeigen uns einerseits, welche grosse Rolle die Pflanzenwelt bei der Umwandlung der vorhandenen Erdrindemassen und der Bildung neuer Gesteinslagen spielt, und andererseits, wie auch sich heimlich und ganz allmählich in eine Erdkrumenmasse einschleichende Mineralmassen selbst den fruchtbarsten Culturboden blos dadurch in eine unfruchtbare Steppe umwandeln können, dass sie den in ihm wurzelnden Pflanzen den Wachsthumraum abschneiden. Rechnet man hierzu noch, dass uns diese jetzt noch fort und fort sich bildenden Eisenerze einen Aufschluss gewähren über die Bildung gar mancher Eisenablagerungen in den präadamitischen Formationen — z. B. in den Stein- und Braunkohlengebieten —, so wird man gewiss zugeben, dass diese Jungeisengebilde unserer vollen Beachtung werth sind.

Ehe wir jedoch zu ihrer Beschreibung selbst übergehen, möge es gestattet sein, hier noch zu erwähnen, dass man im praktischen Leben diesen Eisenerzen je nach ihren Bildungsstätten verschiedene Namen gegeben hat. Die am häufigsten vorkommenden dieser Namen sind: Sumpf- oder Morasterze, Seeerze, Quellerze, Wiesen- oder Rasenerze, Ortsteine, Oort, Oehr, Uurt (im Hannöverschen und Mecklenburgischen) oder auch wohl Klump (nach ihren eigenthümlichen, klumpenförmigen Aggregationen). Hausmann gab ihnen den jetzt allgemeinen Namen Limonit, obgleich es keine bestimmte Mineralspecien sind, und Linné nannte sie *Tophus Tubalcaïni,* weil er glaubte, dass wahrscheinlich diese Eisengebilde wegen ihrer leichten Gewinnungsweise die ersten Eisenerze gewesen seien, aus denen der Mensch (Tubalcaïn, als der vermeintliche erste Schmied?!) Eisen zu gewinnen versucht habe. — In der folgenden Beschreibung werden sie in der Regel Limonite genannt, weil durch die anderen Namen meist nur örtliche Gebilde bezeichnet werden.

I. Die Körpermasse der Limonite.

§. 57. **Allgemeinster Begriff derselben.** Unter Limoniten versteht man im praktischen Leben vorherrschend alle diejenigen ockergelben bis umbrabraunen, bald in sandigen oder erdigen Aggregaten, bald in schlackigen oder schaligen Knollen, bald in zusammenhängenden, dichten oder körnigen Lagermassen auftretenden Eisengebilde, welche sich noch fortwährend theils im Boden der Aecker, Wiesen, Triften, Haiden oder Wälder, theils auf dem Grunde von Sümpfen, Torfmooren, Seeen oder auch im Becken und Rinnsaale der Quellen und Flüsse erzeugen und vorzüglich aus Braun- oder Gelbeisenerz d. i. Eisenoxydhydrat oder aus einem Gemenge von diesem mit phosphorsaurem Eisenoxyd oder auch wohl in einzelnen

Fällen aus letzterem allein bestehen. Man rechnet indessen häufig dazu auch Ablagerungen im Boden, welche nichts weniger als Limonite, sondern nur lockere, vorherrschend aus Sand bestehende Aggregate sind, deren einzelne Körner von einer dünnen Rinde eisenschüssigen Thones oder thonigen Eisenockers umhüllt erscheinen, wie dies namentlich bei vielen sogenannten »Ortsteinen« der Fall ist.

§. 58. **Aeussere Formen und ihre Structur.** Ihren äusseren Formen nach erscheinen die Limonite zwar sehr verschieden; verfolgt man jedoch die Entwickelungsweise von ihrer Abscheidung aus dem Wasser an, so wird man hauptsächlich folgende Hauptformen derselben unterscheiden können:

a) Bei ihrer Abscheidung aus dem sie gelöst haltenden Wasser bilden sie einen ockergelben, seltener weisslichen, schlüpfrigen Schlamm oder Schleim, welcher sich an allen Körpern absetzt, dieselben umhüllt und, indem er auch im weiteren Verlaufe seiner Bildung alle Zwischenräume zwischen ihnen ausfüllt, gegenseitig mit einander verkittet. Als solcher Schlamm (Schlamm- oder Morasterz) findet er sich namentlich auf dem Grunde der Moore und Seeen und wird aus diesen mit eisernen Netzen und Schaufeln geschöpft und in Formen gepresst (gebaggert) (z. B. in Norwegen).

b) Trocknet dieser Eisenschlamm aus, so tritt das Raseneisenerz in sein zweites Bildungsstadium, in welchem es nun die festen Formen zeigt, die man gewöhnlich Raseneisensteine nennt. Unter diesen sind hauptsächlich dreierlei Formen zu beobachten:

1) Mürbe, locker zusammenhängende, oder auch fast lose, sandartige oder erdige Aggregate, welche sich zwischen den Fingern zerreiben lassen, bisweilen aber auch, zumal wenn sie Thon enthalten, einen festeren Zusammenhalt besitzen und dann in wahre ockergelbe Sandsteine übergehen; oft von Wurzelzasern nach allen Richtungen hin durchflochten oder mit Haidehumus so stark untermengt sind, dass sie umbrabraun aussehen, auf glühenden Kohlen glimmen, beim Glühen einen wachstalgartigen Geruch entwickeln; und im Boden Knoten, Knollen, Nester oder auch weit ausgedehnte Ablagerungen bilden. Sie sind es hauptsächlich, welche als »Ortsteine« so oft mit eisenschüssigem Sande verwechselt werden. Lagern sie an Orten, in denen sich noch fortwährend neue Eisenmasse bildet, so können sie durch diese letztere noch durchdrungen und in die folgenden Formen umgewandelt werden.

2) Feste, derbe, nicht vom Fingernagel, aber vom Messer ritzbare, milde oder nur wenig spröde Massen, welche bald in nachahmenden Gestalten oder Concretionen, bald in compacten, fest zusammenhängenden Ablagerungen auftreten.

Unter den nachahmenden Gestalten treten hauptsächlich hervor

a) Kugelige, graupen-, linsen-, bohnen- und scheiben- oder pfennigförmige Gestalten (sogenannte Kugel-, Linsen-, Bohnen- und Pfennigerze), welche von 1 Linie bis zu 1 Fuss Durchmesser vorkommen, und entweder ganz hohl sind oder aus concentrisch übereinander liegenden Eisenoxydschalen bestehen, die um einen aus erdigem Eisenoxyd oder Sand gebildeten Kern gelegt erscheinen. Bei der Bearbeitung des Bodens werden diese schaligen — (den als »Adlersteinen«, »Adlerkugeln« oder »Klappersteinen« bekannten thonigen Brauneisensteinen oft ganz ähnlichen) — Kugelgestalten häufig zertrümmert und dann findet man ihre einzelnen Schalen wie Scherben zerbrochener Näpfe oft haufenweise namentlich in den Ackerfurchen umherliegen. — Werden die einzelnen Kugeln, Graupen oder Linsen durch Thon oder durch später hinzutretenden Eisenschlamm mit einander verkittet, so werden sie zu wahren Rogensteinen (Eisenoolithen). — Diese Formen finden sich zwar am häufigsten unter den sogenannten Seeerzen, werden jedoch auch oft in Aeckern und Wiesen angetroffen. So hat man z. B. bei Iwan im Oedenburger Comitat in Ungarn in geringer Tiefe unter der Oberfläche des Erdbodens zahlreiche Bohnerzkörner von Linsen- bis Haselnuss-Grösse gefunden, welche nach Redtenbacher in ihrer Kruste: 11,23 Eisenoxyd, 15,57 Thonerde, 0,29 Kalk, 0,26 Magnesia, 0,26 Sand, 69,09 Wasser und 3,56 Verlust; in ihrem Kerne aber 17,71 Eisenoxyd, 13,73 Manganoxyd, 6,14 Wasser, 4,31 Thonerde, 54,38 Sand und 3,73 kohlensauren Kalk enthielten.

b) Knollen von verschiedener Grösse und Form; kartoffel-, rüben- oder wurzelförmig; entweder hohl oder mit Sand und Erdschlamm oder auch mit verkohlter Pflanzensubstanz theilweise ausgefüllt, oft auch noch die unzersetzte Pflanzenmasse als Rinde umhüllend und hierdurch beweisend, dass sie durch immer dichter und fester werdenden Absatz von Eisentheilchen um diese Pflanzenglieder entstanden sind.

c) Schlackenknollen von 1 Zoll bis über 2 Fuss Durchmesser und bisweilen centnerschwer, unbestimmt eckig, den Schmiede- und Hochöfenschlacken in Form und Structur oft täuschend ähnlich; entweder dicht und pechähnlich oder sandig-körnig, porös, röhrig, blasig, zellig, bis zerfressen.

d) Stalaktitische Concretionen, den Glasköpfen ähnlich, getropft oder wie geflossenes Pech aussehend; in trauben- oder nierenförmigen Knollenmassen, welche aus concentrisch schaligen Halbkügelchen bestehen.

Alle die eben beschriebenen, nachahmenden Concretionsformen liegen lagenweise im Boden entweder lose neben einander oder auch wohl durch verhärteten Erd- oder Eisenschlamm unter einander zu grösseren oder kleineren Nestermassen verkittet und bilden dann die Uebergänge zu den fest zusammenhängenderen Raseneisenerzablagerungen. Diese selbst zeigen nun ein bald fast dichtes, pechähnliches oder schlackiges, bald sandig körniges oder erdiges, bald poröses, zelliges, röhriges oder zernagt aussehendes Gefüge. Oft besteht ihre Masse aus lauter hirsen- bis linsengrossen, durch ein ockeriges Bindemittel verkitteten Eisenoxydhydratkügelchen und bildet dann eine Art Eisenrogenstein, wie oben schon angedeutet worden ist. — Häufig aber treten sie als wahre Eisensandsteine oder Eisenconglomerate auf, indem ihre Masse aus einem verhärteten Eisenockerschlamme besteht, in welchem theils Sandkörner oder grössere Steintrümmer, theils die oben beschriebenen Eisenconcretionen eingebacken liegen. — Im uralischen Russland endlich bildet ihre Masse das Vererzungsmittel von Sumpfmoosen und torfigen Haidefilzen, so dass ganze Lagen des Raseneisensteins nur als vereiserte Moos- oder Haidefilze zu betrachten sind.

§. 59. **Physikalische Eigenschaften.** Die im Vorigen beschriebenen Gestalten der Limonite zeigen beim Ritzen oder Zermalmen ein ockergelbes bis gelbbraunes Pulver und färben sich meistens beim Erhitzen braunroth. Aeusserlich und in ganzen Massen erscheinen sie bald ockergelb, bald gelb-, nuss- oder umbrabraun, oft auch pech- oder eisenschwarz. Bisweilen sind sie äusserlich (von beigemischtem phosphorsaurem Eisenoxyduloxyd) auch schön blau und grün gefleckt; indessen selten nur erscheint ihre Masse anfangs ganz weiss und dann (an der Luft) blau oder grün. Die festen derben Massen derselben zeigen im frischen Bruche bald einen halbmetallischen, eisen- oder pechartigen Glanz, so namentlich die glaskopfartigen und schlackigen Abarten, bald nur einen sehr geringen oder auch gar keinen Schimmer, so vorzüglich die dichten, sandig-schlackigen und erdigen Abarten. — In ihrer Cohärenz erscheinen die Einen als sehr lockere, schon zwischen den Fingern zerfallende, Aggregate (so namentlich die meisten der sogenannten Ortsteine), die Anderen so fest, dass sie kaum mit dem Hammer zu zertrümmern sind. — Bemerkenswerth ist es, dass viele derselben, so namentlich die sogenannten Ortsteine, sehr hart und fest erscheinen, so lange sie im Schoosse der Erde stecken; dagegen mürbe werden und oft sogar von selbst zu losen, sandigen oder erdigen Aggregaten zerfallen, sobald sie einige Zeit an der Luft gelegen haben. — In ihrer Härte stehen sie zwischen sehr weich und halbhart, indem die Einen sich schon vom Finger zerreiben lassen und abfärben, während die Anderen kaum vom Messer geritzt werden. — Auch in ihrem specifischen Ge-

wichte weichen sie von einander ab; im Allgemeinen schwankt jedoch dasselbe zwischen 2, 5 und 4,05. — Beim Erhitzen in einer Glasröhre schwitzen sie Wasser aus und färben sich dann mehr oder weniger braunroth. Bei starkem Glühen vor dem Löthrohre aber schmelzen sie mehr oder weniger leicht und rasch zu einer eisenschwarzen oder schwarzgrauen Schlacke, welche von dem Magnete angezogen wird und färben dabei häufig (wenn sie Phosphorsäure enthalten), namentlich bei Befeuchtung mit Schwefelsäure, die äussere Flamme blaugrün.

Verhalten gegen chemische Lösungsmittel. — In Salzsäure sind alle Limonite mit gelbbrauner Farbe löslich oder doch zersetzbar. Manche lösen sich in dieser Säure — bisweilen sogar unter Entwickelung von Kohlensäure (wenn sie Spuren von kohlensaurem Eisenoxydul besitzen) oder von Chlor (wenn sie bedeutenden Manganoxydgehalt haben) — ganz auf; die meisten aber lassen beim Lösen einen mehr oder weniger grossen Rückstand von weissen oder grauen Quarzkörnern, oft auch von Thon oder von braunen vegetabilischen Verwesungsstoffen übrig. — Kocht man ihr Pulver mit Kalilauge, so geben sie häufig neben einem Absatz von pulverigem Sand eine gelb- bis kaffeebraune Lösung, welche oft einen mehr oder minder deutlichen Geruch von Ammoniak entwickelt und in welcher ein Zusatz von Salz- oder Essigsäure einen gelb- bis dunkelbraunen flockigen Niederschlag von Humussäuren erzeugt.

Bemerkung. Vielleicht wird man den eben angegebenen Ammoniak-Gehalt in Limoniten auffallend finden; ich habe ihn aber in mehreren ächten Sumpferzen, aber auch nur in dieser Art von Limoniten, aus der Gegend von Lingen und von Bake beobachtet. Um so mehr nimmt es mich Wunder, dass er in keiner, mir bekannten, Analyse angegeben ist. Bedenkt man, dass sich viele Limonite unter dem Einflusse von quellsatzsaurem Ammoniak bilden, so kann er wenigstens nicht bei den frisch aus ihren moorigen Lagerorten entnommenen Limoniten befremden.

§. 60. **Mechanische und chemische Bestandtheile.** — Rechnet man, wie es im praktischen Leben gewöhnlich geschieht, alle die eisenoxydhaltigen Gebilde, welche für sich allein Nester und Lager im Boden bilden und sich zum grossen Theile noch jetzt erzeugen, zu den Limoniten, so muss man von vornherein folgende zwei Gruppen derselben unterscheiden:

1) Säurenfreie Limonite, welche keine oder nur sehr geringe Spuren von Säuren (namentlich von Phosphor- und Kieselsäure) enthalten und vorherrschend aus Gelbeisenerz oder Eisenoxydhydrat (häufig mit etwas Manganoxyd) entweder für sich allein oder in Untermengung mit Sand und Thon (Lehm) bestehen. Diese Gruppe zerfällt nun wieder je nach der Grösse ihres Eisengehaltes in zwei Sorten:

a) die eine Sorte besitzt 1 bis höchstens 10 p. C. Eisenoxydhydrat, 90 bis 95 p. C. Sand und etwas Thon. Sie ist es, welche

Chemischer Bestand

Gehalt:	Nach Senft.					Nach Pfaff.			Nach Brauns.	Nach Wackernagel.	Nach
	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*	*f.*	*g.*	*h.*	*i.*	*k.*	*l.*
	Limonit von Neuenhaus im Bentheimschen.	Lim. aus der Umgegend von Lingen.	Lim. aus der Gegend von Lingen.	Lim. von Lithwinsk bei Alexandrowsk am Ural.	Lim. aus dem nordöstlichen Mecklenburg.	Sumpferze aus Schleswig.			aus der Gegend von Lüneburg.	von Golzow.	aus der Mark Brandenburg und Pommern.
Sand	11,37	13,50	16,66	4,08	65,73	—	—	—	?	10,00	1,01—27,10
Eisenoxyd	62,59	66,28	79,36	61,79	20,99	62,92	72,94	79,40	66,21	56,82	23,24—62,21
Eisenoxydul	—	2,70	—	8,82	—	—	—	—	—	—	—7,50
Manganoxyd	8,52	—	—	Spur.	Spur.	4,18	6,00	3,60	0,94	4,80	0,60—20,40
Kieselsäure	—	—	—	—	—	8,12	14,40	11,50	6,04	7,70	3,89—12,60
Phosphorsäure	1,50	1,27	0,27	Spur.	0,19	3,44	6,64	4,18	0,22	2,53	0,80—4,44
Humus- (Quellsatz-) säure	—	9,00	—	15,80	4,56	—	—	—	—	—	—
Schwefelsäure	Spur.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Thonerde	—	—	Spur.	Spur.	—	4,60	0,80	4,34	3,41	—	—
Kalkerde	—	—	—	—	—	—	—	—	4,92	0,83	—
Magnesia	—	—	—	—	—	—	—	—	3,03	—	—
Wasser (und organische Substanzen)	16,02	7,50	3,03	6,20	5,84	18,40	0,40	0,10	14,99 S=0,06	20,17	16,90—29,20
	100,00	100,25	99,22	96,69	97,31	101,66	101,18	103,04			

Bemerkungen: 1) Die Probe *a.* war ein stalaktitischer, eisen- bis pechschwarzer Limonit, dessen spec. Gewicht = 4,419 betrug; die Probe *b.* war der sub *a.* ganz ähnlich; die Probe *c.* aber war ein knolliger, aus grossen, concentrischen Schalen bestehender, eisenschwarzer Limonit, dessen einzelne Schalen vom Messer kaum geritzt wurden und dessen spec Gewicht = 4,75 war; die Probe *d.* war ein gelbbrauner Limonit, dessen Masse aus lauter vereisertem Wassermoose (*Sphagnum*) bestand und ein spec. Gewicht = 4,413 zeigte; die Probe *e.* endlich war ein knolliger, schwarzgrauer, wenig eisenglänzender Limonit mit sandigerdigem Gefüge und einem specifischen Gewichte = 2,888.

2) Die Analysen *f. g. h.* sind Schweigger's Jahrbuch XXVII. 79; die Analysen *i* und *k.* der Berg- und Hüttenzeitung 1861. Nr. 37.; von den Analysen Karsten's ist die sub *o.* der Eisenhüttenkunde II. 45; die sub *l.* und *m.* der Mineralchemie Rammelsberg's S. 153; die sub *p.* aus Klaproths Beiträgen IV. 127; die sub *q.* aus Erdmann's Journal für pract. Chemie V. 471.; die sub *r.* aus Rammelsberg's Handwörterbuch II. 90; die sub *s.* aus Rammelsberg's Mineralchemie S. 154; die sub *t. u. v.* aus Hausmann's Mineral. II

verschiedener Limonite.

Karsten.			Nach Klaproth.	Nach Erdmann.	Nach Bischoff.	Nach d'Aubuisson.	Nach Svanberg.			Nach Hermann.		Nach Graeger.	
m.	n.	o.	p.	q.	r.	s.	t.	u.	v.	w.	x.	y.	z.
aus der Neumark.		aus New-York.	von Klempnow in Pommern.	von Leipzig.	von Auer bei Moritzburg.	aus der Lausitz.	Seeerze von: Neij in Småland.	Seeerze von: Flaten in Wermland.	Seeerze von: Amungen in Dalarne.	Quellerze von Nischnei-Nowgorod in Russland.	Quellerze von Nischnei-Nowgorod in Russland.	Ortstein aus der Lüneburger Haide.	Ortstein aus dem südwestlichen Mecklenburg.
8,3 — 21,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50,28	47,50	81,00	82,720
44,40 — 57,5	82,38	66,33	66,00		67,46	61,0	65,576	67,590	70,049	30,57	32,75	1,704	0,943
2,20 — 10,80	—	3,60	—	51,10	—	—	—	—	—	—	—	—	0,275
0,25 — 1,75	—	0,75	1,5		3,19	7,0	3,871	1,451	1,783	1,55	1,00	—	Spur.
8,30 — 22,75	—	2,80	—	9,20	7,00	6,0	7,146	7,883	8,027	—	—	—	—
2,8 — 3,90	1,43	0,12	8	10,99	0,67	2,5	1,128	0,179	0,336	2,93	3,50	—	0,283
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,08	2,50	9,600	7,850
—	—	—	—	—	3,07	—	Spur.	0,206	Spur.	—	—	—	—
—	2,10	—	2,0	0,41	—	2,0	5,088	4,175	1,497	—	—	1,944	2,122
—	—	—	—	—	0,90	—	0,823	0,468	2,313	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	0,149	0,234	0,121	—	—	—	—
16,10 — 29,50	14,09	26,40	23	28,88	17,00	19,0	16,219	17,814	15,874	13,87	13,00	4,200	4,712
	100			100,50	99,29	97,5				100,28	100,25	98,538	98,905

S. 383; die sub *w.* und *x.* endlich abermals der Mineralchemie von Rammelsberg S. 154 entlehnt.

3) Die Analysen der beiden Ortsteine sub *y.* und *z.* hat mir mein Freund, Herr Dr. Gräger in Mühlhausen freundlichst gegeben.

4) Ludwig theilt in seinem Werke (S. 138) eine Analyse von einem Limonite aus der Gegend von Iwanowka mit, welche der von mir unter *d.* angegebenen und sorgfältig ausgeführten nicht entspricht. Nach ihm hatte Herr Ebrich zu Hermannseifen in diesem Limonite gefunden:

70,0 p. C. Eisenoxyd,
22,3 p. C. Wasser,
4,2 p. C. Schwefelsäure,
2,4 p. C. Kieselsäure,
Spuren von Kalk und Thon.

98,9 p. C.

man gewöhnlich Ortstein, Ortstand oder Uur, wenn ihre Massen einen inneren Zusammenhalt haben, oder Ortsand (auch wohl »Fuchs«) nennt, wenn dieselben ein loses, allen inneren Zusammenhalt entbehrendes Gehäufe bilden. Diese Sorte ist eigentlich weiter nichts, als ein Sandgehäufe oder eine sandreiche Lehmkrume, deren einzelne Sandkörner von einer reinen oder thonigen Eisenockerrinde umhüllt sind, und kann demnach kaum zum Limonite gerechnet werden. Ich werde sie daher im weiteren Verlaufe meiner Beschreibung nur Ortstein nennen;

b) die andere Sorte dagegen besitzt 80 bis 95 p. C. Eisenoxydhydrat, einige p. C. Thon und wenig oder keinen Sand. Sie ist daher ein ächtes Gelb- oder Brauneisenerz und kann auf den Namen: Reiner Limonit Anspruch machen.

2) Säurenhaltige Limonite, welche stets Säuren, namentlich aber Phosphorsäure, enthalten und im Allgemeinen aus einem mechanischen Gemenge von Eisenoxydhydrat und Manganoxyd mit beigemischtem phosphor- (und quellsatz-) saurem Eisenoxyd nebst einem grösseren oder kleineren Quantum Sand bestehen und in einzelnen Fällen etwas Kalkerde, Magnesia, Kieselsäure und Schwefelsäure (?) enthalten, wie die auf S. 174 und 175 stehende Tafel von Analysen ächter Raseneisenerze aus der Emsgegend, Lüneburger Haide, Mecklenburg, Schleswig, Brandenburg, Pommern, Sachsen, Lausitz, Skandinavien und Russland beweist.

Erläuterungen zu der Analysen-Tafel.

1) Unter den von Dr. Graeger (in Mühlhausen) und mir untersuchten Limoniten waren die unter *w.* und *x.* verzeichneten sogenannte Ortsteine; aber nur *w.* enthielt in 99,002 Mineralmasse 0,998 organische Reste (Wurzelzasern). In diesen beiden Ortsteinen befand sich ausserdem:

	Quellsatzsäure.	Humin.	Ulmin.
in *w*:	3,128	2,780	3,782
in *x*:	2,817	1,502	3,531.

2) In den Analysen von Pfaff, Erdmann, Bischoff, d'Aubuisson, Svanberg und Karsten (Proben *f. g. h. i. n. o. p. q. r. s. v.*) ist kein Sandgehalt besonders angegeben. Sollte wirklich keiner vorhanden gewesen sein? Oder ist derselbe zur Kieselsäure gerechnet worden? Mir erscheint das Letztere nicht unwahrscheinlich; denn die von Sandbeimengungen ganz und gar freien Raseneisenerze möchten wohl nur Seltenheiten sein. Ich wenigstens habe in 20 von mir untersuchten Proben aus den verschiedenartigsten Localitäten nicht eine einzige gefunden, welche beim Schlämmen nicht wenigstens

2 p. C. Sand gezeigt hätte. Auch kann ich nicht läugnen, dass mir die Gegenwart von kieselsaurem Eisenoxydul in diesen Erzen etwas problematisch erscheint, weil nach meinen bisjetzigen Erfahrungen das kieselsaure Eisenoxydul durch die Verwesungssäuren organischer Substanzen, ja schon durch kohlensaures Wasser zersetzt wird. — Auch die Auffindung des Gehaltes von Eisenoxydul selbst hat ihre Schwierigkeiten, sobald Manganoxyd in diesen Erzen vorhanden ist. Mein Freund, Herr Dr. Gräger, den ich darüber zu Rathe zog, theilte mir darüber Folgendes mit: »Enthält das Gestein neben Eisenoxydul zugleich Manganoxyd, so entwickelt sich auf dessen Kosten, während es in Chlorür umgewandelt wird, bei der Behandlung mit Salzsäure Chlor, welches das vorhandene Eisenoxydul in Oxyd überführt. Man kann sich hiervon sehr leicht überzeugen, wenn man, so wie es auch nur ein paar Milligramme enthält, in einem Glasröhrchen mit Salzsäure übergiesst und ein Streifchen Lackmuspapier darüber bringt; das Letztere wird schnell gebleicht und dabei auch Chlorgeruch deutlich bemerkt.«

3) Es wird auffallen, dass unter den sämmtlichen aufgeführten Analysen keine einzige Kohlensäure angiebt, obgleich so viele Raseneisensteine bei ihrer Geburt aus doppelt kohlensaurem Eisenoxydul bestehen und wohl ebensoviele durch kohlensaures Wasser erzeugt werden. Das Auffallende in dieser Erscheinung wird aber verschwinden, wenn man, wie später noch gezeigt werden soll, bedenkt, dass sich einerseits das Eisenoxydul sehr rasch höher oxydirt und dann seine Kohlensäure freigiebt und andererseits die Pflanzen, in deren Gebiete es entsteht, dem Eisensalze seine Kohlensäure entziehen und dasselbe durch ausgeschiedenen Sauerstoff rasch höher oxydiren. — Es soll indessen damit keineswegs die Existenz alles kohlensauren Eisenoxyduls im Raseneisenerze weggeläugnet werden; denn ich selbst habe in dem thonigen Untergrunde eines eisenschüssig sandigen, nassen Ackers hohle und schalige Knollen von thonigem Eisenspath jüngerer Bildung gefunden, wie ich später noch weiter zeigen werde. Auch hat Eisenlohr (nach Leonh. Jahrb. 1830. S. 88) im Torfe von Pfullendorf im Badischen ein tropfsteinförmiges Eisenerz gefunden, welches aus einer Verbindung von 1 Theil kohlensauren Eisenoxyduls mit 2 Theilen basisch phosphorsauren Eisenoxyds bestand! — Stets aber wird es sich nur an solchen Orten finden, an denen es einerseits gegen das Andringen des Sauerstoffs geschützt ist, z. B. in dem thonigen Untergrunde von nassen Aeckern und Wiesen oder von Morästen und andererseits nicht mit freier Phosphor- oder (Humus-) Quellsäure in Berührung kommt, welche stets seine Kohlensäure aus-

treibt und sich mit dem Eisenoxydul zu phosphor- oder quellsaurem Eisenoxydul verbindet.

4) Ebenso ist es auch bemerkenswerth, dass Kalkerde so äusserst selten und dann immer nur in geringen Quantitäten in dem Gemenge der Raseneisenerze gefunden wird, selbst wenn auch diese Gebilde sich im Gebiete von eisenschüssigen Kalkgesteinen oder aus Wassern abgesetzt haben, welche neben kohlensaurem Eisenoxydul auch kohlensaure Kalkerde in sich gelöst enthielten. Es lässt sich diese Erscheinung nicht anders erklären als dadurch, entweder dass sich aus solchen kohlensauren, Kalk- und Eisenoxydul-haltigen Lösungen das kohlensaure Eisenoxydul, als der schwerer lösliche Bestandtheil, viel schneller ausschied als der kohlensaure Kalk, oder dass, wenn auch kohlensaurer Kalk sich zugleich mit dem kohlensauren Eisenoxydul niederschlug, derselbe später wieder durch kohlensaures Wasser — vielleicht schon durch das bei der Umwandlung des kohlensauren Eisenoxyduls in Brauneisenerz frei werdende — ausgelaugt wurde, ähnlich wie die sogenannte Eisenblüthe aus den Eisenspathmassen. Vielleicht liesse sich hierdurch auch in vielen Fällen das Poröse und Zernagte der meisten Raseneisenknollen erklären.

5) Endlich darf nicht unerwähnt bleiben, dass viele der Seeerze Schwedens (Smålands), namentlich die sogenannten Sjömalmor, beim Glühen einen erstickenden Geruch nach Erdöl wahrnehmen lassen. Unter den deutschen Raseneisenerzen habe ich Aehnliches nur bei einigen sepienbraunen Erzen dieser Art aus der Lüneburger Haide und aus der Umgegend von Lingen und Bake in Westphalen bemerkt.

Auf die Bestandtheile der Raseneisenerze üben die Gesteinsmassen, aus denen sie das Material zu ihrer Bildung erhalten haben, einen mehr oder minder grossen Einfluss aus und bringen oft Nebenbestandtheile in ihre Masse, welche sonst den Raseneisenerzen fremd sind. Zu diesen ganz zufälligen Bestandtheilen der Limonite gehört unter anderen das Chrom, welches nach Karsten manche Limonite in der Nähe von Serpentin, das Wad und der Psilomelan, welche solche Limonite am Thüringer Walde in der Nähe von Hypersthenfels, selbst die Thonerde, Magnesia, Kalkerde und Schwefelsäure, welche nach Svanberg die aus Dioriten entstandenen Seeerze Skandinaviens zeigen. — Ob die nach Forchhammer aus Titaneisenkörnern in Dünenseeen entstandenen Morasterze auch Titan enthalten, ist mir bis jetzt nicht bekannt worden; ich selbst habe in solchen Erzen noch keines gefunden.

§. 61. Die Limonite schliessen bisweilen fremdartige Körper ein, welche theils für die Art, theils für die Zeit ihrer Entstehung von Interesse sind. So hat Gerhard (nach den Anmerkungen zu Jars metallurgischen Reisen II. S. 632) Thierknochen, besonders Hirschgeweihe gesehen,

welche ganz zu Eisenstein geworden sind. Haben diese Hirschgeweihe wirklich aus Eisenmasse bestanden, so ist diese letztere wohl nur dadurch entstanden, dass ein gelöstes Eisensalz — vielleicht schwefelsaures Eisenoxydul — mit dem phosphorsauren Kalk der Geweihmasse die Säuren tauschte, so dass phosphorsaures Eisenoxyd an die Stelle des Kalkes, welcher ausgelaugt wurde, trat.

Brückner theilt in seinem Buche (»Der Grund und Boden Mecklenburgs« u. s. w. S. 11) mit, dass er in der Nähe der Krenzliner Glashütte Stücken von Glasfluss mit Raseneisenstein überzogen und in selbige eingewachsen gefunden habe, wodurch deutlicher als durch die im Raseneisen befindlichen Wurzeln das Wachsen dieses Erzes bewiesen werde.

II. Heimath, Lagerungsverhältnisse und Mächtigkeit der Limonitlager.

§. 62. Wenn gleich Limonite überall vorkommen können, wo Wasser, welches kohlensaures oder quellsaures Eisenoxydul in sich aufgelöst enthält, verdunstet, so ist doch ihre Hauptheimath in den moorigen Tiefländern und Gebirgsebenen der nördlichen Hemisphäre sowohl der alten wie der neuen Welt zu suchen. Ja, man darf wohl im Allgemeinen sagen, dass die Raseneisenerz-Ablagerungen an Zahl und Mächtigkeit mit den Torfmoorbildungen in gleichen Wachsthumsverhältnissen stehen und ebenso wie diese um so mehr zunehmen, je weiter man sich vom Aequator nach dem Nordpole hin entfernt. Auf diese Weise sind die Niederungen Hollands, Westphalens, Hannovers, Schleswigs, Jütlands, Mecklenburgs, Pommerns, Brandenburgs, Sachsens, der Lausitz, Schlesiens, Polens, Russlands, Sibiriens und Nordamerikas, ebenso auch die moorigen Plateaus der Kjölen und die zahlreichen Seeen von Småland, Wermland und Dalarne; endlich die Hebriden-, Shetland- und Orknei-Inseln reich daran. In allen diesen Landesgebieten treten sie vorherrschend in und auf einem Boden, welcher reich an ockergelbem (eisenschüssigem) Sand und Lehm ist, oder auch in der nächsten Umgebung von Gebirgsmassen auf, welche bei ihrer Zersetzung Eisenoxydhydrat oder kohlensaures Eisenoxydul geben oder zahlreiche vitriolescirende Eisenkiese enthalten; und zwar am mächtigsten entwickelt:

a) in Bruch-, Torf- und Moorgegenden, oder in Bodenmassen, welche sich auf trockengelegten oder ausgestochenen Torflagern befinden, oder doch so nahe an Torfmooren liegen, dass sie — z. B. bei starken Regengüssen — von dem Wasser dieser Moore überfluthet und durchsintert werden können;

b) in den meist zu Moorungen geneigten Wellenthälern der Dünen;

c) in den mit Haidewäldern oder Borstengräsern filzig bedeckten Sandländern, namentlich solchen, welche am Fusse bewaldeter Hügel liegen, ja im Boden dieser Hügel selbst;

d) in den Ufergeländen zu beiden Seiten der träg ihr ebenes Flussgebiet durchziehenden Flüsse und Ströme, so namentlich der Ems, Elbe, schwarzen Elster, Spree, Neisse, Havel, Oder und Weichsel;

e) in Seeen, welche von Flüssen gespeist werden, die eisenhaltiges Wasser führen, so in den zahlreichen Seeen Mecklenburgs und Russlands; oder auch in Seeen, deren Umgebung aus Gesteinen besteht, welche bei ihrer Zersetzung Eisenoxydhydrat geben.

In diesen eben angedeuteten Gebieten erscheinen nun die Limonite im Allgemeinen in 1 Zoll bis 5 Fuss mächtigen, bald aus isolirt neben einander liegenden knolligen Aggregaten, wie sie oben beschrieben worden sind, bald in stetig zusammenhängenden Lagermassen und bilden bald auf weite Strecken hin ununterbrochene Ablagerungszonen, bald sporadische, grössere und kleinere, schon aus der Ferne durch ihre Unfruchtbarkeit erkennbare Inseln oder Nester in dem sie umschliessenden, fruchtbaren, mit üppigem Pflanzenwuchs bedeckten, Boden. Sehr häufig zeigen sich dieselben unmittelbar unter der lebenden Vegetationsdecke, und dann kann man ihr Dasein gewöhnlich an der bleichgelben Farbe der über ihnen stehenden Gräser und anderen Gewächse erkennen; ja oft treten sie sogar zu Tage; häufig aber bilden sie auch erst in einer Tiefe von 4 bis 5 Fuss ihre Nester und Lager. Ihre nächste Umgebung besteht dann sehr häufig aus weissem Sand oder Lehm, oft auch aus einer schwarzbraunen, im trockenen Zustande pulverigen, beim Glühen brenzlich riechenden, vorherrschend aus kohligem Humus (Ulmin oder Geïn) gebildeten Erde. — Auf die eben angegebenen Weisen treten die Limonite, namentlich in dem Boden der Aecker, Wiesen, Haiden und Wälder auf; in Sümpfen, Mooren und Seeen dagegen erscheinen ihre bald zähschlammigen, bald festen Ablagerungsmassen entweder in Wechsellagerung mit Torfstraten oder auf der Sohle ihrer Bildungsstätten, sei es über festem Gestein oder zähem Thon, sei es über einer meist weissen, mehr oder minder mächtigen Sandlage.

§. 63. So viel im Allgemeinen über die Ablagerungsverhältnisse der Limonite. Betrachten wir nun dieselben durch Anführung einzelner specieller Beispiele genauer:

1) Die Niederungen zwischen Rhein und Elbe sind reich an diesen Erzen. Zunächst zeigen sie sich in Westphalen in den am rechten oder nördlichen Ufer der Lippe gelegenen moorigen Haiden und Brüchen, so namentlich an den Rändern des Lippebruches bei Lippstedt,

der Boker Haide bei Boke, des Sanderbruches, der Bentlake, des Schöning und Köling u. s. w. Im Königreiche Hannover finden sie sich ferner vorzüglich in den Landdrosteien Osnabrück, Aurich, Hannover, Stade und Lüneburg. Es ist jedoch vieles von dem, was man in diesen Gebieten Raseneisenstein nennt, nichts weiter als Ortstein oder Ortsand, also ein Sandgebilde, dessen einzelne Körner mit einer Eisenoxydrinde umhüllt sind:

a) Dieser Ortstein oder Ortsand findet sich am meisten in dem Haideboden, namentlich der Lüneburger Haide. Die Decke desselben wird entweder von dem gemeinen Haidekraut (*Calluna vulgaris*) und anderen Ericaceen oder von Borstengräsern (*Nardus stricta* u. s. w.) und Preisseln (Vaccinieen) gebildet. Unmittelbar unter dieser Decke liegt gewöhnlich eine 6 bis 8 Zoll tiefe Lage von durch Haidehumus bleigrau bis rauchbraun gefärbtem Sand oder von sehr sandreichem, bräunlichem Lehm. Unter diesem folgt eine verschieden mächtige Lage von weissem, ins Gelbliche oder Grauliche ziehendem Sand, welcher häufig mit abgerundeten Geröllen (Grand) und kleinen erratischen Blöcken untermengt und oft auch durch ein spärliches lehmiges Bindemittel verkittet ist. Unter diesem weisslichen Sande endlich erscheint in einer Tiefe von 2 bis 5 Fuss eine bald in Nestern oder Inseln, bald in zusammenhängenden Lagen auftretende und 10 Zoll bis $4\frac{1}{2}$ F. mächtige Schicht von Ortstein. — Bemerkenswerth erscheint es, dass dieser Ortstein (nach brieflicher Mittheilung von Hrn. Forsteleven Schultze) in den eben angeführten Gegenden niemals in völlig bewaldeten Landstrichen auftritt, dagegen in diesen letzteren zum Vorschein kommt, sobald sie unvorsichtig entwaldet werden und eine Zeit lang unbebaut liegen bleiben. Ebenso erscheint es uns beachtenswerth, dass er sich nie auf den Kämmen der höheren Hügelzüge, wohl aber schon an deren Gehängen selbst bei einer Böschung von 35° einstellt.

b) Eigentlicher glaskopfartiger, pech-, eisenglänzender, bis 45 p. C. Eisen haltiger Limonit lagert im Gebiete der Lippe vorzüglich mächtig an der Boker Haide und zwischen den Flüssen der Ems und Vechte, namentlich im Amte Lingen und Neuenhaus, in der Tiefebene, welche die Orte Hesepe, Wietmarschen, Nordhorn, Neuenhaus und Beckelde umfasst. »Die Erstreckung dieser Eisenablagerung dehnt sich in weit ausgedehnten Nestern oder vielmehr in mehreren einzelnen grossen Feldern bis zu einigen 100 Lachtern Breite und mehreren 1000 Lachtern Länge in der Richtung von SW. nach NO. aus und nimmt im Ganzen einen Flächenraum von mindestens 700 Morgen ein. Sie tritt allenthalben fast unmittelbar zu Tage oder lagert unter einer geringen, oft nur einige Zoll starken Pflanzendecke und hat allenthalben einen

wenig mit Eisentheilen untermengten, meist weissen Sand zum Bindemittel. Sie hat eine von 6 bis 24 Zoll wechselnde Mächtigkeit«. (Nach einer Mittheilung aus dem Berichte des Hrn. Bergmeister Pagenstecher über die Nutzbarkeit des Raseneisenerzes im Amt Neuenhaus.)

2) Bei Braunschweig lagert nach Wiegmann (a. a. O., Seite 72) in dem 208 Morgen haltenden Torfmoore vom Hagenbruch gleich unter dem Rasen und einer höchstens 2 Fuss starken Decke von Eisenoxydhaltiger, brennbarer Moorerde eine 1 bis 1½ Fuss dicke Schichte von braunem bis pechschwarzem, theils dichtem, theils zerfressenem, Raseneisenstein; unter dieser eine Lage von Blaueisenerde (phosphorsaures Eisenoxydulhydrat oder Vivianit) und unter dieser dann weicher schlüpferiger, bräunlichschwarzer Torf, dessen Sohle von etwas thonhaltigem weissem Sande gebildet wird. Ebenso lagert (nach S. 78) in dem grössten Theile des Bodens von einem 600 Morgen grossen Gute bei Braunschweig, welches ebenso, wie der Hagenbruch, in einer Mulde am Fusse des — aus eisenschüssigem Keupersandstein und buntem Keupermergel bestehenden — Nussberges liegt, 8 Zoll tief unter der Oberfläche eine 1 Fuss mächtige Lagermasse von Raseneisenknollen und unter dieser in unbestimmter Tiefe ein grober, gelber, stark eisenschüssiger, mit humussaurem Eisenoxyd untermengter Sand, welcher nach allen Richtungen hin von Adern durchlöcherten Ortsteines durchzogen ist. Der Oberboden der unbeackerten Stellen ist ein in gerader Fläche liegendes Moor, welches auch zur trockensten Zeit immer feucht ist und nur dürftig saftloses, saures Futtergras und Binsen, Simsen und Riedgräser hervorbringt.

3) Auch in den Niederungen zwischen der Elbe und Oder kommen gewaltige Ablagerungen des Raseneisenerzes vor.

a) An der nördlichsten Küste von Jütland finden sich nach Forchhammer (Jahrb. der Miner. 1841. S. 17 u. 19) vorzüglich bei Skagen und Raabjerg unter alten Dünen Torflager (sogenannter Martorf) auf horizontal geschichtetem Strandsand, welcher durch Raseneisenerz (Mooreisen) zu einem festen Sandsteine verkittet ist. »Diese Eisenbildung ist durch Einfluss der Torfsäure auf das Titaneisen, welches der Flugsand des Meeres mit sich führt, entstanden. Ueberhaupt findet man überall in den Dünenthälern da, wo die Dünen bewachsen sind, dass sich Eisenschichten absetzen, welche durch die langsame Einwirkung der Humussäure aus den oberen Sandlagen ausgewaschen werden«. — (Forchhammer zieht [S. 19] aus diesen Vorkommnissen den Schluss, dass die Eisenlager in den Stein- und Braunkohlenformationen auf ähnliche Weise gebildet worden seien.)

b) In Mecklenburg treten die Raseneisenerz-Bildungen nach Brückner (Entwurf einer Pflanzengeographie Mecklenburgs, S. 5) haupt-

sächlich in zwei Haide-Gebieten auf: nämlich in einem kleineren, zwischen Rostock, Marlow, Ribnitz und der Ostsee, im nordöstlichsten Winkel Mecklenburgs gelegenen; und in einem grösseren, das ganze südwestliche Mecklenburg umfassenden Gebiete, welches südwärts von der Elbstrandsflora und der Priegnitz, östlich von den Marnitzer-, Sonnen- und Dünenbergen bei Parchim und dem Ostrande des grossen Lewitzbruches bis an die Südspitze des Schweriner Seees, nordwärts von der Hauptwasserscheide des Landes und westlich von Lauenburg begrenzt wird. In diesen Gebieten sind es namentlich die Aemter Dömitz, Hagenow, Neustadt, Grabow und Marnitz; die Umgegend von Parchim, Nossentin, Malchow, Warnow, Teterow; die Aemter Starnhagen, Ribnitz und Zarrentin (Pamprin und Kölzin), welche sich durch ihre Raseneisenerze auszeichnen. »Der sich in diesen Districten befindliche Haideboden ist eine, bald mehrere Fusse, bald nur einige Zoll mächtige Schicht schwarzer, fester, bald dem Torfe, bald dem Thone ähnlicher Dammerde, in der sich häufig dicht unter dem Rasen ziemlich ausgedehnte Lager von Raseneisenerz finden, deren Mächtigkeit von 1 Zoll bis zu 1 und 1½ Fuss wechselt. Es ruht diese Dammerde oft auf grauweissem Sande, der aber in grösserer Tiefe meist bald in gewöhnlichen gelben Sand übergeht«.

Zusatz: Ueber den im nordöstlichen Gebiete Mecklenburgs vorkommenden Raseneisenstein theilt mir Herr Forstassistent Schmidt zu Rostock noch Folgendes mit: »An die gewaltigen Torfmoore von Müritz schliesst sich südlich und südwestlich ein Waldcomplex von etwa 6 Millionen Quadratruthen, welcher mit weniger Unterbrechung bis zur Saline Sülz hinreicht. In diesem Walde und auf dem ihn einzeln durchbrechenden Ackerlande ist nun die Heimath des Ortsteins, welcher hier sich wie ein stark eisenschüssiger Sandstein verhält und an der Luft mürbe und bröckelig wird, während der im südwestlichen Gebiete — namentlich bei Ludwigslust und Grabow — auftretende schlackig-knollig (sogenannter Klump) ist. Sein Vorkommen ist hier nur schicht- und strichweise. Hauptsächlich sind die Niederungen von ihm durchzogen, in denen er in schmalen, etwa 1 bis 1½ Fuss mächtigen Streifen vorkommt. Diese Streifen treten an einzelnen Stellen zu Tage, an anderen liegen sie 1 bis 2 Fuss tief unter Torf- oder Sanddecken. Alle die von dem Ortsteine durchzogenen Stellen zeichnen sich theils durch Anhalten der Feuchtigkeit, theils (oft auch) durch zu rasches Austrocknen aus. Häufigwird eine ortsteinhaltige Stelle von ausgezeichnetem Lehmboden eingeschlossen u. s. w.«

c) In Vorpommern tritt das Raseneisenerz namentlich bei Torgelow, Rothen-Klempenow, Greifswald und Katzow; auch auf Hittensee, Jasmund und Rügen, sowie bei Zehdenick, Neustadt a/D. und Havelberg auf. Ebenso fehlt es nicht in Holstein.

d) In der Mark Brandenburg und Lausitz finden sich mächtig ausgedehnte Raseneisenerz-Ablagerungen vorzüglich in den Thalgeländen der Spree und schwarzen Elster. Nach Girard (»Die norddeutsche Ebene«, S. 104 u. f.) treten dieselben namentlich auf: »in der Altmark südlich von Stendal, in der Niederung vor dem Flämming zwischen Baruth und Luckenwalde, in der Nähe des Spreethales bei Cottbus, in der Umgebung des mittleren Elsterthales und an der schlesisch-polnischen Grenze. Eins der ausgebreitetesten Lager findet sich im Elsterthale zwischen Hoyerswertha und Elsterwerda in einer Tiefebene, welche unmittelbar vor dem anstehenden Gebirge der Oberlausitz nördlich vorliegt. Diese Vertiefung wird nördlich wieder von den Ausläufern des Flämming begrenzt und ist durch eine grosse Zahl kleiner Teiche bezeichnet .... Ein Terrain von vielleicht 2 Meilen Breite und 4 bis 5 Meilen Länge enthält wenigstens 150 dieser Teiche, die alle mit kaffeebraunem Wasser erfüllt sind, welches dem mitten durchströmenden Flusse den Namen der »»schwarzen Elster«« gegeben hat ...... Zwischen Baruth und Luckenwalde ist Raseneisenstein zwischen alten Dünenzügen abgesetzt worden, wahrscheinlich dadurch begünstigt, dass eben diese Dünen, die von W. nach O. ziehen, den Abfluss des Wassers nach N. hemmten. In der Altmark liegen vor den Hügeln des Burgstaller und Letzlinger Forstes Niederungen, welche mit schwarzem Moorboden erfüllt sind, (aus denen einzelne Inseln von sandigem Boden sich herausheben), und unmittelbar unter der Rasendecke an vielen Stellen Raseneisenstein in 1 bis 1½ Fuss Mächtigkeit besitzen«. — Von den im Cottbuser Kreise lagernden Rasenerzen theilt Freiesleben (in seinen »Geognostischen Arbeiten« III. S. 316) Folgendes mit: »Durch fast alle niederen Gegenden dieses Kreises ziehet sich, wie überhaupt durch den grössten Theil der Niederlausitz, ein Flötz von Raseneisenstein, welches in unterbrochenen Partien nicht tief unter dem Rasen fortstreicht, und sich fast überall in den niederen Gegenden findet, dagegen auf den höheren und trockenen Stellen der Wiesengegenden, auf den Feldern und in den Haiden überhaupt im trocknen, sandigen und festen Boden steht. Da, wo es etwas verdeckt liegt, gibt es sich an der Oberfläche des Bodens theils durch schnelleres Verdorren der Pflanzen bei trockner Jahreszeit, theils durch eisenschüssige Beschaffenheit des Wassers in der Nähe zu erkennen. — Es zeigt sich meist wellenförmig gelagert, 16 bis 24 Zoll tief, 10 bis 16″ mächtig, bald grössere Districte, bald kleinere einnehmend, oder kommt nur in grossen Nestern vor«. — Das Liegende bildet häufig Sand, zuweilen Letten oder Thon; der Eisenstein selbst zeigt theils regelmässige Bänke, oder einzelne reine, dichte, rundliche Massen (Kaulen), auch feste Schalen oder grobe Körner (Graupen);

auf diesen liegt meist eine 2—3" starke, unreine, mit Wurzeln durchwachsene Lage, die in den reinen Eisenstein übergehet; zu oberst zeigt sich meistens ein brauner eisenschüssiger Rasentorf, seltener Sand oder sandiger Torf. Der Rasentorf ist in dieser Gegend meist 18—24" stark und sehr mit Eisenmulm imprägnirt; in seiner unteren Lage führt er viel Blaueisenerde, die auch zuweilen über dem Eisensteine oder in dessen Drusenräumen vorkommt. — Der milde, mulmige Eisenstein wiegt leichter und hat weniger Gehalt, als das dichtere sogenannte Wiesenerz. — Zum Theil führt der Eisenstein etwas braunen Eisenocker (Adder-Mulm) bei sich, und wird auf der Halde mürber und gelber, dieser (Lindstein genannt) wird seiner Leichtflüssigkeit wegen vorzüglich geschätzt; das mit Sandknoten gemengte Erz (Raudenstein genannt) ist dagegen viel strengflüssiger.

4) Im mittleren gebirgigen Deutschland spielt der Raseneisenstein nur eine sehr untergeordnete Rolle. Auf den in diesem Gebiete hervortretenden Gebirgsmassen fehlt es wohl nicht an Bildungsmaterial dazu, aber der sich bildende Eisenstein wird in der Regel vom Wasser schnell fortgeführt. Man bemerkt daher auf dem Gebirgsrücken selbst nur in beckenförmigen Einsenkungen, in denen sich Moore gebildet haben, oder in den Spalten und Schluchtenthälern an den Gebirgsabhängen, in denen Quellen hervortreten, hie und da kleine Anhäufungen von ockerigem Raseneisenstein. So befindet sich nach Zinken (»Beschreibung des östlichen Harzes« S. 85) auf der Keselwiese neben dem Ebersberge auf dem Harze ein kleines Lager dieses Erzes in »grünsteinartigem« Schiefer. — Ebenso bemerkt man in einem sumpfigen Wiesengrunde am südlichen Abhange des Thüringer Waldes bei Kleinschmalkalden ein kleines Lager von Eisenocker, welches aus dem Absatze von Quellen gebildet wird, die aus dem Hypersthen des Spiessberges kommen. — Oefterer noch treten solche kleine Rasenerzbildungen in den wellen- und terrassenförmigen Bergländern auf, deren Grundmasse aus den Gliedern des Keupers und des Lias gebildet wird, so unter anderen bei der Stadt Eisenach am nördlichen Fusse des Thüringer Waldes.

a) Am Moseberge, nördlich von dieser Stadt, lagert in einer flachen Mulde über einem braungelben mürben Sandsteine aus der Liasformation ein strengthoniger, sehr feuchter Boden und über demselben ein mürber, sandreicher Lehm. Etwa 1—2 Fuss unter der Oberfläche dieses Lehmes zeigen sich eine Menge ockergelber Adern und faustgrosser Knollen von erdigem, fast reinem Eisenoxydhydrate, welche stets von einer 1—6 Zoll dicken Lage von reinem weissen Sand umschlossen sind. Die interessantesten Gebilde in diesem Boden aber sind die kartoffel- und rübenförmigen Eisenconcretionen, welche inwendig hohl oder theilweise mit einer kohligen Substanz, dem wahr-

scheinlichen Ueberreste der ehemaligen Kartoffeln und Rüben, um welche sich das Eisenerz abgesetzt hat, erfüllt sind und aus einem wahren Eisenconglomerate bestehen. Später wird noch mehr von ihnen die Rede sein.

b) Bei Beurenfeld, einem Dorfe östlich von Eisenach, befand sich in einer Mulde, deren Wände aus den abwechselnd rothbraun und ockergelb gefärbten Mergellagen des Keupers gebildet werden, eine kleine Torfablagerung. Beim Abstechen derselben zeigte sich in einer Tiefe von 10 Fuss eine 2 Zoll mächtige Lage von schlammig weichem, an der Luft bald zu grobem Sande zerfallendem, Raseneisenerze, und unter diesem eine 5 Zoll mächtige Lage von schneeweissem, pulverigem Kalkmergel (sogenanntem Wiesenmergel). Dabei zeigten sich die Schichtenköpfe der nach der Mulde zu einfallenden Keupermergel auf 1 Fuss weit sehr licht röthlich und gelblichweiss gefärbt und so mürbe, dass sie sich zwischen den Fingern zerbröckeln liessen.

Dagegen habe ich nie und nirgends am Fusse des Thüringer Waldes im Gebiete des Rothliegenden und Buntsandsteines eine Spur Raseneisenstein gefunden, trotzdem dass das Bindemittel der Gesteine dieser beiden Formationen durch und durch eisenschüssig ist und Haidekraut in dichtgeschlossenen Wäldern ihre Plateaus bedeckt. Was mag der Grund davon sein? — Entweder ist das reine Eisenoxyd nicht angreifbar vom Haidehumus oder der mit demselben verbundene Thon lässt es sich von dem Humus nicht entreissen. Bemerkenswerth erscheint es, dass die Sandkörner und Steintrümmer in den Sandsteinen und Conglomeraten dieser Formationen nie mit einer Eisenoxydhydratrinde überzogen, sondern rein weiss oder grau sind.

5) Skandinavien aber ist überreich an diesen Erzen, namentlich den sogenannten Seeerzen (Sjömalmer). Viele Seeen des südlichen mittleren Schwedens scheinen unerschöpfliche Bildungs- und Lagerstätten derselben zu sein. Nach Hausmann (»Reise durch Scandinavien« S. 153) sind z. B. in Småland der Helja-, Hinsen-, Hjorten-, Hulje-Sjön und der Hullinger so reich an diesen Erzen, dass man, so gross auch die Quantitäten sind, welche jährlich zur Speisung der Hochöfen ausgefischt werden, noch nie eine merkliche Abnahme davon gemerkt hat, — »wohl ein Beweis, dass die Erzeugung dieser Miner noch stets fortdauert«. — Die nächste Umgebung und der Grund dieser Seeen ist ein Schwefelkiesreicher Grünstein. — Wie in Småland so sind auch die Seeen und Moräste Wermelands und Dalekarliens reich an Raseneisenerzen.

Zusätze: 1) Die Seeerze (Sjömalmer) werden entweder im Winter unter dem Eise oder im Sommer auf Holzflössen herausgefischt; man bedient sich dazu eiserner Scharren und Siebe. Sie sind rothbraun, verlieren beim Glühen etwa 28 p. Ct. an Gewicht (unter Entwickelung von

trübem Wasser und starkem Geruch nach Erdöl) und zeigen sich zwar sehr leichtflüssig, geben aber stets ein kaltbrüchiges Eisen. Man theilt sie ein in Skraggemalm, schlackig-knollig; Purlemalm, rundlichkörnig; Krut- und Hagelmalm, schrot- oder hagelkörnig; Pennigmalm, pfennigförmig.

2) Ueber die Morasterze (Myrmalmer) theilt Evenstad (Preisschrift von den Sumpf- und Morast-Eisensteinen in Norwegen. Aus dem Dänischen von Blumhof 1801) mit, dass auf dem Eisensteine meist Torf, Haide oder Gras, aber selten über 5—6 Zoll hoch liege. Gewöhnlich erscheine das Erz zu oberst als feiner Ocker und Thon, tiefer werde es grobkörnig, wie Sand oder Steingrus, mit zusammengelaufenen, hühnereigrossen, Stückchen vermengt, welche bei abgerundeter Form gut, bei scharfkantiger Gestalt aber schlecht zu verarbeiten seien. — Alle guten Erzlagen lägen auf Thon oder Stein; die schlechten in weichem, schwarzem Boden; die besten in Untermengung mit weissem oder grauem Sande. Die Mächtigkeit wechsele von 2—3 Zoll bis zu mehreren Ellen; ebenso sei ihre Ausdehnung sehr verschieden. Oft erschienen sie den Wurzeln der Bäume angeheftet u. s. w.

6) Im nördlichen und uralischen Russland sind endlich die Binnenseeen und Moore ebenfalls sehr reich an Raseneisenerzen. Besonders enthält die Gegend von Petrosawosk bei Petersburg, von Alexandrowsk bei Lithwinsk, von Iwanowka und an der Uswa im Ural ausserordentlich viel und gutes Erz. Nach Ludwig (a. a. O., S. 137) befinden sich in diesen Gegenden ausgedehnte, $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Meter mächtige Lager von diesen Erzen, deren Masse sich über Wassermoose abgesetzt hat und ganz erfüllt ist von schönen Abdrücken sowohl dieser Moose, wie auch der Blätter, Aeste und Früchte von Birken, Fichten und Moorbeeren, ausserdem aber ganze, in Eisenerz umgewandelte Baumstämme umschliesst.

III. Bildungsweise der Limonite.

§. 64. **Bildungsmaterial und Bildungsstätten im Allgemeinen.** Aus allen eben mitgetheilten Erfahrungen über das Vorkommen der Limonite erhalten wir zunächst folgende allgemeine Resultate über die Beschaffenheit des Bildungsmaterials und der Lagerorte dieser eigenthümlichen Eisengebilde:

a) Im ganzen nordeuropäischen Tieflande treten diese Gebilde vorherrschend auf in flachen Mulden oder solchen Niederungen, welche keine oder nur sehr geringe Neigung ihrer Bodenfläche besitzen. Das Bildungsmaterial dieser Localitäten ist entweder Lehm oder Sand.

1) Der Lehm besteht aus einem mechanischen Gemenge von feinsandigem Thon (Letten), feinzertheiltem Eisenoxydhydrat und gröberem Sand. — Steht Wasser lange über solchem Lehm, so zerlegt es ihn in der Weise, dass sich das Eisenoxyd desselben als Rinde um die Sandkörner legt, während seine Thonschichten selbst im Wasser suspendirt und von diesem bei seinem Abflusse mit weggefluthet werden,

so dass von der ganzen Lehmmasse nur noch der Sand mit dem Eisenoxyd zurückbleibt. Auf diese Weise sind also die gewaltigen Ablagerungen von ockerigem Sande auf der Oberfläche der norddeutschen Niederungen, wahrscheinlich nichts weiter als die sandigen Rückstände einer vom Wasser ausgeschlämmten Lehmablagerung.

2) Der Sand erscheint seiner Zusammensetzung nach entweder glimmerfrei oder glimmerhaltig. Der glimmerfreie Sand besteht vorherrschend aus gelblichen durchsichtigen Quarzkörnern und fleischrothen Feldspathstückchen und enthält ausserdem noch schwarze Körnchen von Hornblende und Hypersthen. Aus ihm besteht nach Girard vorzüglich der aus dem Norden herbeigefluthete Theil des deutschen Diluviums. Zu ihm gehört auch der weisse mit Eisenocker berindete Sand, welcher oben als Rückstand einer ausgewaschenen Lehmablagerung schon genannt worden ist. — Der glimmerhaltige Sand besteht vorzüglich aus weisslichen Quarzkörnern nebst Hornblende-, Granaten- und Titaneisenkörnern. Aus ihm bestehen nach Forchhammer die Dünen am Gestade der Ost- und Nordsee, namentlich Jütlands. Er wird noch fortwährend vom Meere ausgeworfen und entsteht wahrscheinlich aus der Zerstörung nordischer Hypersthen-, Gneiss- und Syenitblöcke, welche auf dem Grunde des Meeres lagern.

Aus der ersten Sorte des Sandes giebt namentlich die Eisenockerrinde, weniger der Feldspath, aus der zweiten Sorte aber vor Allem das Titaneisen nebst dem Hypersthen das Bildungsmaterial für die Limonite. Die Bildung dieser Erze findet nun statt

1) in Oertlichkeiten, welche an ihrer Oberfläche durch eine dichte, aus Haide- oder Filzgräsern vorherrschend bestehende Vegetationsdecke nach aussen gegen den Luftzutritt mehr oder minder abgeschlossen sind;

2) auf dem Grunde von Torfmooren und Sümpfen;

3) in den Ufergeländen, welche von Strömen benetzt und auch zeitweise überfluthet werden, deren Wasser reich an faulen Organismenresten ist. Gewöhnlich erscheinen dann die neuen Eisengebilde umgeben von weisslichem, eisenfreiem Sand (oder auch Lehm).

b) Es treten aber auch diese Gebilde im Gebiete anderer Gesteinsformationen, selbst im Gebirgslande auf, wenn deren Gesteine Eisenverbindungen enthalten, welche entweder durch vegetabilische Säuren oder auch durch Sauerstoff aus ihren festen zeitherigen Verbindungen herausgezogen werden können. Vorzugsweise ist dies nun der Fall mit dem kieselsauren Eisenoxydul und Eisenoxyduloxyd der silicatischen Felsarten, dem Eisenkies und dem Eisenspath.

Alsdann finden sich Rasenerzbildungen

1) in Aeckern und Wiesen der Thäler und Gebirgsbuchten, welche viele pflanzliche Verwesungsstoffe enthalten und wenigstens zeitweise sehr nass sind oder unter Wasser stehen;

2) in Sümpfen und Torfmooren auf dem Kamme der Gebirge;

3) in Gebirgsseeen, welche reich an Wasserpflanzen sind.

Im Gebiete der Sandsteinformation treten indessen nur dann diese Eisengebilde auf, wenn die Sandkörner ockergelb berindet sind, oder wenn das Bindemittel dieser Gesteine lehmig ist, wie man dies z. B. bei manchen Keupersandsteinen und noch mehr bei den meisten Liassandsteinen bemerkt. Sind dagegen die im Bindemittel der Sandsteine liegenden Sandkörner weiss und ist das Bindemittel selbst rein thonig, wird man nur selten, vielleicht nie, im Gebiete dieser Gesteine Raseneisenbildung von einiger Bedeutung bemerken, auch wenn das thonige Bindemittel derselben noch so eisenschüssig ist. Man kann daraus wohl mit Recht folgern, dass auch in den Sandsteinformationen, wie im Diluvium, die Sandkörner das Material zur Eisen-Bildung liefern, während der Thon sein ihm beigemischtes Eisenoxyd sich nicht durch organische Säuren entreissen lässt.

c) Endlich bemerkt man diese Eisengebilde auch in Bodenflächen, welche selbst zwar gar keine Eisenbestandtheile zur Bildung dieser Erze haben, aber mit Orten in Verbindung stehen, an welchen sich lösliche Eisenverbindungen bilden, die ihnen dann durch Quellen und Flüsse zugeleitet werden. Dies ist der Fall:

1) in lehmigen und thonigen Aeckern, welche in muldenförmigen Flächen am Fusse von Bergen oder Hügeln liegen, die aus eisenschüssigen Gesteinen — z. B. Sandsteinen — bestehen und mit Wald, namentlich Nadelholz, dicht bewachsen sind.

2) in Bodenflächen, welche am Ufer von Morästen oder Flüssen liegen, die schon gelöste Eisenverbindungen führen, und dieselben bei ihren Ueberfluthungen auf den Ufergeländen sitzen lassen.

Aus allen diesen Ergebnissen über die Lagerstätten der Limonite lässt sich wohl der Schluss ziehen:

Zur Bildung der Limonite gehören einerseits eisenoxydhaltige Gesteine und andererseits Pflanzenmassen, welche bei ihrer Zersetzung diesen Gesteinen ihren Eisengehalt entziehen und den letzteren dann mit Hülfe von Luft so umwandeln, dass er unlöslich im Wasser wird und sich absetzen kann.

§. 65. **Entstehung der Limonite in luftigem Boden durch Pflanzenverwesungsstoffe, namentlich durch Kohlensäure.** Auf welche Weise nun die Pflanzen aus eisenhaltigen Gesteinen Limonite präpariren und wie sie es anfangen, um die in den Gesteinen ihrer Umgebung oft so äusserst fein

zertheilten Eisen-Atome zu gewichtigen, oft weit ausgedehnten Eisenlagern anzusammeln, das wollen wir jetzt näher untersuchen. Beginnen wir mit der einfachsten, unter unseren Augen vorgehenden Eisenbildung:

1) Es ist bekannt, dass Pflugscharen oder sonstige eiserne Geräthschaften sich mit einer unscheinbaren grauen Rinde, welche sich bald ockergelb färbt, überziehen, wenn man sie des Nachts auf frisch geackertem und gedüngtem Boden liegen lässt. Ebenso weiss man, dass solche Eisengeräthschaften in feuchten Boden gesteckt, sich bald mit einer ockergelben, tropfigen Haut belegen und mittelst derselben alle Sandkörnchen ihrer Umgebung an sich ziehen und unter einander so fest verkitten, dass sie zuletzt eine wahre Scheide um das Eisen bilden, welche selbst dann noch zusammenhält, wenn man das Eisen behutsam herauszieht.

Endlich lehrt auch die Erfahrung, dass Hufeisen, welche Pferde auf einer recht grasigen Weide verloren haben, sehr bald durch das Gras der Weide verrathen werden, indem das letztere rings um das liegen gebliebene Hufeisen herum erbleicht und eine grünlich- oder gelblichweisse Farbe annimmt.

Alle diese Erscheinungen an dem Eisen lassen sich durch die einfachen Thatsachen erklären, dass

1) reines Eisen an seiner Oberfläche bei inniger Berührung mit kohlensaurem Wasser und atmosphärischer Luft sich zuerst in Eisenoxydul und dann in kohlensaures Eisenoxydul umwandelt, und

2) das eben erst entstandene kohlensaure Eisenoxydul durch Berührung mit atmosphärischem Sauerstoff sich rasch höher oxydirt, in Folge davon seine eben erst angezogene Kohlensäure wieder ausstösst und zu ockergelbem Eisenoxydhydrat wird, welches mit Wasser vermischt anfangs einen etwas klebrigen Schleim bildet und dann beim Austrocknen erdig und pulverig wird.

Mit Hülfe dieser Thatsachen lassen sich nun die beiden ersten eben angegebenen Erscheinungen in folgender Weise erklären: In den oberen der Luft offenen, Lagen eines jeden Bodens entwickelt sich aus den organischen Düngstoffen desselben durch Anziehung von Sauerstoff unaufhörlich Kohlensäure und Wasser, also kohlensaurer Wasserdunst. Kommt mit diesem Eisen in dauernde Berührung, so geht der erwähnte Process vor sich, in Folge dessen sich das Eisen mit einer dünnen Haut von kohlensaurem Eisenoxydul und durch dieses später von Eisenoxydhydrat belegt. Dass dieser Umwandlungsprocess nun vorzugsweise des Nachts vor sich geht, kommt daher, weil in Folge der nächtlichen Kühle und Feuchtigkeit das kohlensaure Wasser dauernder an dem Eisen haften und ätzen kann, während am Tage die Wärme der Sonnenstrahlen dieses

Wasser mit seiner luftförmigen Säure schneller zur Verdampfung bringt, ehe es auf das erwärmte Eisen einwirken kann.

Wie aber steht die dritte der obigen Erscheinungen mit diesen Thatsachen im Zusammenhange? — Wohl einfach dadurch, dass das sich bildende Eisenoxydul den Pflanzen alle Kohlensäure (also ihr Hauptnahrungsmittel) ihrer Umgebung und selbst aus ihrem eigenen Körper wegsaugt, so dass sie verhungern müssen.

2) Aber mit Hülfe der eben angeführten Erscheinungen und Thatsachen lässt sich nun auch folgender Eisenbildungsprocess im Boden erklären.

Wie in dem eben angegebenen Falle, so wird in jedem, der atmosphärischen Luft offenen und mit Düngstoffen versorgten, Boden so lange Kohlensäure erzeugt, als noch eine Spur von diesen Resten vorhanden ist. Diese luftförmige Säure wird theils von der Bodenfeuchtigkeit theils von allem Meteorwasser, welches von aussen her in die Erdkrume eindringt, aufgesogen und nach allen Richtungen hin, vorzüglich aber nach den tieferen Schichten des Bodens geführt. Kommt nun dieses mit Kohlensäure beladene Wasser (oder kohlensaure Wasser) auf seinem rieselnden Zuge durch die Erdkrume mit Steinen (sei es Blöcken, Geröllen, Kies, Sand oder selbst fest anstehendem Fels) in Berührung, welche unter ihren chemischen Bestandtheilen Eisenoxydul oder schon fertiges kohlensaures Eisenoxydul enthalten, so verbindet es sich mit diesem chemischen Bestandtheile zu doppelt kohlensaurem Eisenoxydul, welches sich nun gleich in dem Wasser auflöst und so aus seiner Verbindung mit den übrigen Bestandtheilen ausgelaugt und fortgefluthet wird. Diese Löslichkeit wird indessen das eben erst gebildete Eisensalz nur so lange behalten, als sein kohlensaures Lösungswasser nicht zu verdunsten beginnt: ist dies letztere aber der Fall, dann setzt sich dasselbe als unlösliches, einfach kohlensaures Eisenoxydul zwischen allen Sandkörnern und Erdkrümchen des Bodens in der Form einer zuerst schleimigen und dann beim Austrocknen festen dichten, weisslichen Masse ab, durch welche alle von ihr umflossenen Bodentheile zu einem mehr oder minder zusammenhängenden — bald einem Sandsteine, bald einem Conglomerate ähnlichen — Aggregate verkittet werden. Wird nun durch tiefes Umarbeiten des Bodens, in welchem sich ein solches Eisenspathaggregat gebildet hat, dieses letztere von der Luft dauernd bestrichen, so zieht das Eisenoxydul desselben sehr rasch Sauerstoff an sich und verwandelt sich in Folge davon unter Ausstossung seiner Kohlensäure in ockergelbes Eisenoxydhydrat, welches nun die einzelnen, früher vom Eisenspath fest zusammengekitteten, Erdkrümchen und Steinkörner nur noch als ockergelbe, mehr oder weniger mürbe, erdige Masse umhüllt und zusammenhält. Diese Art von Eisenockerbildung kann man in den tieferen Schich-

ten eines jeden der Luft zugänglichen, mit Pflanzenresten und Gesteinstrümmern (von Granit, Porphyr, Grünstein, Basalt etc.) reichlich untermengten Lehmbodens bemerken. Sie kommt namentlich vor in dem Untergrunde solcher Bodenarten, welche am Fusse oder in den Buchtenthälern Glimmer, Hornblende, Augit, oder Eisenspath führender Gebirgsarten lagern und wird nur deshalb so häufig übersehen, weil sie sehr langsam und in den tieferen Bodenschichten vor sich geht. Am ersten noch kann man sie wahrnehmen an den Quellen, welche aus diesen Bodenablagerungen hervortreten; denn das Wasser dieser hat einen schwach tintenartigen Geschmack und setzt sowohl in seinem Sprudelbecken wie auch in seinem Rinnbette an allen Steinen und Sandkörnern eine ockergelbe Rinde ab. In der Umgebung des Thüringer Waldes treten mehrere solcher Quellen hervor, so am südwestlichen Abhange desselben eine bei Bad Liebenstein, welche jedenfalls ihren Ursprung einem Spatheisengange verdankt, welcher seinen Sitz im Granit der angrenzenden Berge hat. Am Nordabhange dieses Gebirges kommt von dem, mit prächtigem Buchenwald bedeckten, Breitenberge bei Ruhla eine Quelle, welche neben kohlensaurem Eisenoxydul auch gelöste Kieselsäure enthält und aus Glimmerschiefer hervortritt. — Dicht hinter Eisenach lagert am Eichholze im Grabenthale Liassandstein und über demselben bituminöser, dünnblättriger Mergelschiefer voll Knauer von thonigem Eisenspath. Aus diesem Mergelschiefer tritt in dem Grabenthale eine Quelle hervor, deren Wasser kohlensaures Eisenoxydul enthält und dasselbe bei seinem Austritte aus dem Boden an allen Steinen als Eisenocker absetzt — gegenwärtig aber viel weniger als früher, wo die Mergelschieferhöhe, der sie entquillt, noch mit Eichenwald bedeckt war.

Ganz eigenthümlich verhalten sich Mergel-, Lehm- oder Thon-reiche Bodenarten gegen die Lösungen von kohlensaurem Eisenoxydul. Sickert nämlich die Lösung dieses letzteren in die Masse einer thonigen Erdkrume ein, so saugt jedes kleine Thontheilchen derselben, welches mit dieser Lösung in Berührung kommt, sich möglichst voll von ihr und hält sie fest mit sich verbunden. Trocknet nun in anhaltend heissen Sommern ein solcher Thonboden aus, so verdunstet auch das Lösungswasser des angesogenen Eisensalzes so, dass dieses letztere als unlöslicher Eisenspath innig mit den einzelnen Thontheilchen verbunden bleibt und dieselben unter einander zu knollenförmigen Aggregaten verkittet. Diese Aggregate sehen, so lange sie tief im Untergrunde des Bodens liegen, eisengrau aus, werden aber, sobald sie mit der Luft in Berührung kommen, erst weiss, dann unrein blaugrün und zuletzt ockergelb und sondern sich in dem Grade, wie ihre Austrocknung und ihre Umwandlung in thonigen Eisenocker von aussen nach innen vorwärts schreitet, in einzelne concentrische Schalen ab. Werden diese schaligen Knollen bei

der Umarbeitung des Bodens an die Oberfläche des letzteren gebracht, so werden ihre einzelnen Schalen bei vollständigem Austrocknen ihres Kernes durch den entweichenden Wasserdunst zersprengt und nun sieht man die Reste derselben wie Napfscherben auf dem Boden umherliegen.

Thonmergelschichten, welche tief im Boden verborgen liegen, verhalten sich ganz ähnlich, wie die oben beschriebenen Thonlager. Auch sie saugen sich voll gelösten kohlensauren Eisenoxyduls und werden durch dasselbe bei seiner Verdichtung eisenschwarz gefärbt, ohne sich jedoch in Knollen zu zertheilen. Und auch sie werden bei Berührung mit der Luft zuerst weiss, dann schmutzig grün und zuletzt ockergelb.

§. 66. **Bildung von Limoniten durch Ausscheidungsstoffe lebender Pflanzen, namentlich durch Gerbsäure.** Wir haben in den bisher mitgetheilten Thatsachen gezeigt, auf welche Weise durch kohlensaures Wasser, welches unter dem steten Einflusse von atmosphärischem Sauerstoff auf die in einem Boden liegenden Verwesungsreste entsteht, Eisenbildungen in den verschiedenen Lagen eines Bodens erzeugt werden. Es können aber auch solche Eisengebilde durch Stoffe entstehen, welche die Wurzeln noch lebender Pflanzen ausscheiden. Dies ist meiner Ueberzeugung nach z. B. mit der Gerbsäure der Fall. Es ist allbekannt, dass eine Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxyd einen schwarzen, an der Luft allmählich gelb werdenden Niederschlag giebt, wenn man Eichenspäne in dieselbe stellt. Ebenso wird in einem wohl verschliessbaren Glase eine verdünnte Lösung von doppelt kohlensaurem Eisenoxydul zuerst schwärzlich bläulich, wenn man Heidelbeer- oder Haidepflanzen in dieselbe stellt; dann aber bildet sich in ihr ein schwarzer Niederschlag, welcher sich ebenfalls an der Luft gelb färbt. Noch viel rascher erhält man dieses Resultat, wenn man klein geschnittene Haidestengel sammt ihren Blättern in stark verdünnte Eisenvitriollösung steckt; denn in diesem Falle bekommt man schon nach 10—12 Stunden eine tintenschwarze Lösung, welche in einem flachen Napfe bald einen ockergelben Absatz bildet.

Warum soll sich nun nicht das, was beim einfachsten Versuche geschieht, auch im Haushalte der Natur ereignen, zumal da es sicher erwiesen ist, dass krankhafte, durch ungünstige Witterungsverhältnisse geschwächte oder durch Würmer angenagte Riedgras-, Haide-, Weiden- und Eichenwurzeln Gerbsäure aussondern? Ich für mein Theil möchte auf diese Thatsache fussend glauben, dass gar manche der sogenannten Ortsteine, welche fast unmittelbar unter den Haidewäldern des norddeutschen Tieflandes vorkommen, lediglich dadurch entstanden sind, dass die von kranken Haidewurzeln ausgeschiedene Gerbsäure, das in den verwitternden Feldspathkörnchen, Hornblendestückchen und Glimmerblättchen (welche so ungemein zahlreich in dem Diluvialsande des norddeutschen Tieflandes

vorkommen) vorhandene Eisenoxydul in gerbsaures Eisenoxydul umwandelte, welches sich dann zuerst in der Bodenfeuchtigkeit löste, dann unter Anziehung von Sauerstoff allmählich in gerbsaures Eisenoxydhydrat umwandelte und endlich nach der Oxydation der Gerbsäure zu Kohlensäure als reines Eisenoxydhydrat an den Quarzkörnern des Bodens absetzte. Vielleicht spricht auch folgende Thatsache noch dafür: Sandige Raseneisenerze (s. g. Ortsteine) von braunschwarzer Farbe, welche ich im Wasser eingeweicht hatte, um ihre Wasserhaltungskraft zu untersuchen, gaben dem Wasser eine schwarzbraune Färbung und wurden im Zeitverlaufe von drei Wochen gelbbraun, als ich sie zur Austrocknung an die Sonne gelegt hatte, während das von ihnen abfiltrirte dunkelbraun gefärbte Wasser allmählich einen braunen Niederschlag absetzte, der sich an der Luft ebenfalls gelbte. — Sollte vielleicht das dunkelbraune Wasser der Teiche, durch welche die schwarze Elster fliesst, von gerbsaurem Eisenoxyd seine Farbe erhalten? (Vergleiche Girard: Die norddeutsche Ebne, S. 104, wo es heisst: »die Bodenvertiefung, welche nördlich von den Ausläufern des Flemming begrenzt wird, ist durch die grosse (150) Zahl kleiner Teiche bezeichnet, ... welche alle mit einem kaffeebraunen Wasser erfüllt sind, das dem mitten durchströmenden Flusse seine Farbe und den Namen der schwarzen Elster gegeben hat. Woher diese Farbe rührt, ist, so viel ich weiss, noch nicht genauer untersucht . . . .«)

Aber noch mehr: Es bilden die Gerbsäure-haltigen Pflanzen nicht blos durch ihre Wurzelausscheidungen im Boden Eisenerze, sondern es entsteht auch in ihrem eigenen Körper, wenn sie aus ihrem Standorte gelöste Eisensalze in sich aufnehmen, schon während ihres Lebens gerbsaures Eisenoxydul, welches sie dann bei ihrem Absterben und ihrer Verwesung dem Boden als Eisenoxydhydrat zurückgeben.

Man stelle nur ein Büschel Haide oder auch ein Büschel Riedgras sammt der Wurzel in eine verdünnte Lösung von Eisenvitriol oder auch von kohlensaurem Eisenoxydul, und man wird bemerken, dass die Haide oder das Gras schon nach einigen Tagen zuerst dunkelgrün und dann grünlich schwarz wird. Aeschert man dann eine solche Pflanze ein, so erhält man eine ganz rothbraune, an Eisenoxyd reiche Asche. Es werden demnach diese — gerbsaures Eisenoxyd-haltigen — Gewächse auch bei ihrer einstigen Verwesung ihren Eisengehalt dem sie tragenden Boden übergeben, in und auf welchem er sich mit der Zeit zu beträchtlichen Massen anhäufen kann. Gewiss haben sich auf diese Weise viele der lockeren und erdigen, nur aus Eisenoxydhydrat bestehenden Ortsteine auf den mit Haidewäldern bedeckten Strecken der Lüneburger Haide gebildet. Gewiss auch verdanken gar manche Sumpferze dem Gerbsäuregehalte der torfbildenden Pflanzen ihre Entstehung; denn es ist doch jedenfalls eine sehr beachtens-

werthe Erscheinung, dass diese Erze sich am häufigsten in den Haidemooren erzeugen.

§. 67. **Bildung von Limoniten an luftverschlossenen Orten durch Einfluss abgestorbener Pflanzenmassen.** Sehr häufig aber, vielleicht am meisten, entstehen Limonite durch Hülfe von abgestorbenen Pflanzen an Orten, zu denen der atmosphärische Sauerstoff gar keinen oder nur sehr geringen Zutritt hat. Dies ist namentlich der Fall in dem eisenschüssig sandigen Untergrunde von strenglehmigen oder thonigen Bodenarten, welche zeitweise unter Wasser stehen, oder in Wasserdümpfeln, Sümpfen, Torfmooren und Seeen mit eisenschüssig sandigem Grunde. Gewöhnlich schreibt man nun auch diese Art Eisenbildung der Kohlensäure zu, welche sich aus den in diesen genannten Oertlichkeiten liegenden Fäulnisssubstanzen entwickeln soll, ich muss jedoch gestehen, dass ich beim besten Willen und trotz oft wiederholter Versuche weder Kohlensäure aus diesen unter Wasser liegenden Fäulnissmaterien in namhafter Menge, noch kohlensaures Eisenoxydul in ihrer nächsten Umgebung habe erhalten können. Vielmehr habe ich in dieser Beziehung folgende Erfahrung gemacht:

Aus der untersten, aus schlammigem, amorphem Torfe bestehenden Lage eines bei Wenigenlupnitz (eine Meile östlich von Eisenach) gelegenen Wiesentorflagers erhielt ich beim Auspressen eines eben erst ausgestochenen 10 Zoll langen und 5 Zoll breiten Stückes eine ganz farblose wasserhelle Flüssigkeit, welche, an Ort und Stelle chemisch untersucht, quellsatzsaures Eisenoxydul-Ammoniak enthielt. Ebenso färbte sich Wasser, welches ich mittelst eines Zugeimers aus der 10 Fuss betragenden Tiefe der Grube, die durch Abstechen des Torfes entstanden war, geschöpft hatte, trotz seiner Klarheit und Farblosigkeit in Zeit von einer halben Stunde an seiner mit der Luft in Berührung stehenden Oberfläche gelb, bildete später an den Wänden des Eimers einen gelbbraunen Beschlag von Eisenoxydhydrat und zeigte auch bei seiner chemischen Untersuchung einen merklichen Gehalt von quellsatzsaurem Eisenoxyd-Ammoniak. Noch deutlicher aber offenbarte sich der starke Eisengehalt dieses Grubenwassers an den bedeutenden Eisenockerabsätzen, die es überall, nicht blos an den Erdaufwürfen um die Grube herum, sondern auch auf allen von ihm benetzten Körpern, auf Napfscherben, Wurzeln, Holzstücken, Schneckenschalen, ja selbst auf den Froschlaichhaufen, abgesetzt hatte. — Wo hatte nun das Torflager seinen Eisengehalt hergenommen und wo war andererseits in den Eisenabsätzen, die nach meinen wiederholten Untersuchungen nur aus Eisenoxydhydrat und etwas Ammoniak bestehen, die Quellsatzsäure hingekommen? Ich für mein Theil kann mir diese Erscheinungen nur auf folgende Weise erklären:

Wie ich schon früher bei der Beschreibung der Humusgebilde und des

Vertorfungsprocesses gezeigt habe, so entsteht stets in der verwesenden Pflanzenmasse zuerst aus deren Stickstoff-Wasserstoffgehalte Ammoniak, welches nun die noch vorhandene kohlenreiche Pflanzensubstanz zur Sauerstoff-Anziehung und Oxydation anregt, weil es als eine der stärksten Basen die grösste Begierde hat, sich mit Säuren zu verbinden. Ist nun die verwesende Pflanze mit Luft umgeben, so kann sie sich unaufhörlich mit soviel Sauerstoff versorgen als sie braucht, um sich rasch nach einander in Humin, Huminsäure, Quellsäure und in Kohlensäure umwandeln zu können. Liegt sie aber an mehr oder minder verschlossenen Orten — z. B. tief in einem nassen Boden auf dem Grunde stehender Gewässer, so kann sie wenig oder keinen atmosphärischen Sauerstoff bekommen; sie entzieht daher von dem in ihrer Masse sich immer von Neuem erzeugenden Ammoniak angeregt denjenigen Körpern ihrer Umgebung, welche nicht eine so grosse Verbindungskraft, wie sie selbst, zum Sauerstoffe haben, diesen Umwandlungsstoff ganz oder theilweise.

Unter diesen sie umgebenden Körpern kann sie dies nur an den mineralischen Bestandtheilen des Bodens ausführen, wenn dieselben mechanisch beigemengte Metalloxyde enthalten, welche selbst nur schwache Basen sind, wie dies unter anderen bei den Sesquioxydhydraten der Schwermetalle, z. B. des Eisens und des Mangans, der Fall ist. Indessen selbst diesen kann sie namentlich im Beisein von organischen Säuren (— wie sie ja fast in keiner Pflanze, selbst nicht in der abgestorbenen, fehlen —) den Sauerstoff nur theilweise entziehen; denn sowie sie denselben soviel von diesem Stoffe geraubt hat, dass in ihnen noch auf einen Theil Metall ein Theil Sauerstoff kommt, werden dieselben selbst zu starken Basen, welche sich nicht weiter Sauerstoff entziehen lassen, und fast augenblicklich mit den oben erst entstandenen Humussäuren verbinden. — Auf diese Weise erhält also die in Zersetzung begriffene Pflanzenmasse trotz aller Anregung vom Ammoniak doch von vorn herein von den sie umgebenden Sesquioxydhydraten nur soviel Sauerstoff, dass sie Ulminsäure aus sich entwickeln kann. Indem sich aber das Ammoniak mit dieser Säure zu ulminsaurem Ammoniak verbindet, treibt es dieselbe an, sich nach und nach mehr Sauerstoff von den noch vorhandenen Sesquioxyden ihrer Umgebung zu rauben und sich durch denselben nach einander in Humin-, Geïn- und Quellsatzsäure umzuwandeln. Mit einer dieser Humussäuren verbunden erhält endlich das Ammoniak die Eigenschaft, die durch Desoxydation entstandenen Metalloxydule mit sich zu in Wasser löslichen Doppelsalzen zu verbinden. Wenn also auf diese Weise das in der nächsten Umgebung der fauligen Pflanzensubstanz befindliche Sesquioxyd aus Eisenoxydhydrat bestand, so bildet sich jetzt nun im Wasser lösliches humin-, geïn- und quellsatzsaures Eisenoxydul-Ammoniak. Dieses eigenthümliche Doppelsalz bleibt

nur so lange unverändert, als es sich in den tieferen Schichten eines Wasserdümpfels befindet; sobald es aber mit der Luft in Berührung kommt, oxydirt sich seine Humussäure rasch zu Kohlensäure und sein Eisenoxydul wieder zu Eisenoxydhydrat. Da nun aber das letztere zu der Kohlensäure keine Verbindungsneigung hat, so entweicht diese entweder für sich allein oder zum Theil mit dem Ammoniak verbunden. In der Regel bleibt indessen ein Theil des letzteren mit dem Eisenoxydhydrat verbunden, wie man deutlich an dem Geruche wahrnehmen kann, wenn man etwas Pulver desselben mit Aetzkali zusammenreibt.

So ist meine durch Erfahrung gewonnene Ansicht über den Einfluss der sich an luftverschlossenen Orten zersetzenden Pflanzen auf die Limonitbildung in Sümpfen und im Untergrunde nasser Bodenarten. Durch sie lässt sich nun auch die oben erwähnte Eisenockerbildung in dem Torflager von Wenigenlupnitz leicht auf folgende Weise erklären:

Indem die untersten in Vertorfung begriffenen Pflanzenlagen dieses kleinen Torfmoores mit der mineralischen Sohle desselben, welche aus einem ockergelben, sandigen Lettenthone besteht, in unmittelbare Berührung kommen, wandeln sie auf die eben beschriebene Weise durch Desoxydirung den Eisenoxydhydrat-Gehalt des Lettens in Eisenoxydul um. Dieses verbindet sich mit dem in der vertorfenden Pflanzenmasse unterdessen entstehenden geïn- und quellsatzsauren Ammoniak zu quellsatzsaurem Eisenoxydul-Ammoniak und löst sich in diesem Zustande in dem Wasser, von welchem die ganze Torfmasse durchdrungen ist, auf. So lange sich nun dieses Doppelsalz innerhalb der Torfmasse selbst befindet, bleibt es unverändert, weil von aussen her keine Luft zu ihm gelangen kann; sobald es aber durch Abstechung und Auspressung des Torfes mit der Aussenluft in Berührung kommt, geht die oben beschriebene Zersetzung in der kürzesten Zeit vor sich, in Folge deren nun alle von ihm berührten Gegenstände mit einem Eisenockerbeschlage bedeckt werden. *Bemerkenswerth ist dabei, dass sich auf dem Boden der zum Theil ausgestochenen und mit Wasser angefüllten Torfgrube kein solcher Eisenabsatz bildet, obgleich sich fort und fort die an der Oberfläche des Wassers frischgebildeten Eisenockertheilchen niedersenken.* Es ist dies indessen leicht erklärlich, wenn man bedenkt, dass sich auf dem Grunde dieser Grube eine noch nicht abgestochene Torflage befindet, welche desoxydirend wirkt und in Folge davon das sich zn Boden senkende Eisenoxydhydrat fort und fort wieder zuerst in Eisenoxydul und dann in quellsatzsaures Eisenoxydul-Ammoniak umwandelt, welche also geradezu das sich an der Oberfläche des Wasserdümpfels immerwährend wieder neu erzeugende Eisenoxydhydrat benutzt, um sich zersetzen zu können. Aus diesem Grunde wird sich demnach auch auf dem Grunde dieser Grube nicht eher eine Ablagerung von Eisenerz

bilden können, bis sich die noch am Grunde vorhandene Torflage entweder ganz zersetzt oder in, mit Erdpech oder Bitumen ganz durchzogene Torf- oder Pechkohle umgewandelt hat; denn dann kann die von Erdharztheilen durchdrungene und überzogene Torfsubstanz den sie umgebenden Eisenoxydtheilen keinen Sauerstoff mehr entziehen und in Folge dessen auch keine auf das Eisenoxydul einwirkenden Säuren mehr aus sich entwickeln.

Belege.

1) Eine ganz ähnliche Erscheinung, wie in dieser Torfgrube, kommt übrigens häufig in Wassergruben auf Aeckern mit ockergelbem, sandig lehmigem Boden vor. So befinden sich auf einem Acker an der Nordseite Eisenachs mehrere Wassergruben, welche durch Ausgraben des fetten Töpferthones im Untergrunde desselben entstanden sind und überall einen durch und durch eisenschüssigen, mürben Liassandstein zur Sohle haben. Am Rande dieser Gruben wuchern Simsen und Sumpfmoose (*Sphagnum*), während auf der Wasserfläche derselben während des Sommers periodisch Algen in Fülle sich ausbreiten. Das Wasser dieser Gruben zeigt namentlich zur Sommerszeit an seiner Oberfläche ein fortwährend abwechselndes Farbenspiel. Zuerst erscheint es, ähnlich einer trüben Fensterscheibe, die von der Sonne beschienen wird, regenbogenfarbig; dann unrein gelbgrün und zuletzt ockergelblich. Aber nun verschwinden mit einem Male alle diese Farben, um bald darauf allmählich wieder in der oben angegebenen Weise zum Vorschein zu kommen. Das Alles kann man schon wiederholt in ein paar Stunden beobachten. Dabei wird man auch noch gewahr werden, wie die an der Wasseroberfläche schwimmenden Algen und selbst die am Rande der Gruben stehenden Sumpfmoose allmählich mit einem ockergelben Schleim überzogen werden, welcher sich im Zeitverlaufe von 6—8 Tagen so verdickt, dass er die von ihm inkrustirten Moose und Algen zu Boden zieht.

Man ersieht also aus dieser Erscheinung deutlich, dass das Farbenspiel der Wasseroberfläche von einem in dem Wasser gelösten Eisensalze herrührt, welches, sobald es mit der Luft in Berührung kommt, durch Anziehung von Sauerstoff sich zersetzt und zu in Wasser unlöslichem Eisenoxydhydrat wird, welches sich entweder an den Pflanzen, die es berührt, absetzt oder gleich zu Boden senkt.

In der That bemerkt man auch, wenn man aus den oben erwähnten Wasserdümpfeln durch Gräben das Wasser ableitet, auf dem Grunde einiger derselben eine mehr oder weniger starke Lage von Eisenocker, welche zwischen den Sandkörnern des Bodens wie ein gelber Schleim sitzt und an der Luft rasch zu einer festen, die Sandkörner verkittenden, Ockermasse erstarrt.

Bei dieser Art Eisenbildung spielen die, in den genannten Wasserdümpfeln wachsenden, Pflanzen eine doppelte Rolle, wie wir sogleich sehen werden.

Die in den Dümpfeln wachsenden Pflanzen nämlich sinken bei ihrem alljährlichen Absterben unter das Wasser und entziehen nun nach der oben beschriebenen Weise den Eisenoxydhydrattheilchen, von welchen aller Sand in der Bodenumgebung dieser Dümpfel überzogen ist, theilweise ihren Sauerstoff, um verfaulen zu können. Hierdurch entsteht nun einerseits aus dem Eisenoxyd Eisenoxydul und andererseits aus der fauligen Pflanzenmasse quellsatzsaures Ammoniak, welches sich in dem Grubenwasser löst und dann mit dem eben erst gebildeten Eisenoxydule verbindet, wodurch sich nun dasselbe in dem Wasser der Dümpfel auflöst. Hat sich nun das Grubenwasser allmählich von unten an bis zu seiner Oberfläche hinauf mit diesem Eisensalze gesättigt, dann kommen die in der obersten Wasserschichte befindlichen Eisensalztheilchen einerseits mit den an der Wasseroberfläche schwimmenden Wassermoosen und Algen und andererseits mit der Luft in Berührung. Diese Pflanzen saugen nun dasselbe als Nahrungsmittel ein und zersetzen es bei dem Assimilationsprocesse in der Weise, dass, wie es ja bei allen Pflanzen geschieht, Sauerstoff frei wird, durch welchen sich nun das eingesogene Eisenoxydul schon im Körper dieser Pflanzen in unlösliches Eisenoxydhydrat umwandelt. Im Verlaufe der Zeit häuft sich das letztere so in dem Körper dieser Wasserpflanzen an, dass es dieselben durch sein Gewicht zu Boden zieht, wo sie nun entweder bei ihrem Fäulnissprocesse dasselbe wieder löslich machen, oder selbst allmählich ganz vereisert werden. In der That besitze ich Stücken dieser vereiserten Wassermoose aus dem uralischen Russland, welche noch ganz deutlich alle Formen ihrer beblätterten Stengel wahrnehmen lassen. Sollten nicht auch auf diese Weise die mächtigen, fast in ihrer ganzen Masse aus vereisertem Moose bestehenden Limonitlager in den Mooren des östlichen Russlands entstanden sein? — Während aber auf die eben beschriebene Weise die Wassermoose Eisenocker präpariren, wird auch das im Wasser noch gelöste quellsaure Eisenoxydul, welches an der Oberfläche des Wassers mit der Luft in Berührung kommt, umgewandelt. Aus dieser nämlich Sauerstoff an sich ziehend wandeln sich seine einzelnen Theilchen nach und nach wieder in gelbes Eisenoxydhydrat um, welches zuerst während seiner Entstehung das Wasser obenauf regenbogenfarbig, dann bei seiner fertigen Bildung ockergelb färbt und endlich wegen seiner Unlöslichkeit im Wasser zu Boden sinkt. Jetzt treten nun neue Eisensalztheilchen an die Oberfläche des Wassers, welche ebenso wie die ersten durch den Sauerstoff der Luft sich höher oxydiren und dann zu Boden senken, um wieder neuen Salztheilchen den Zutritt zur Wasserfläche und zur Luft zu verschaffen. Und indem sich dieses Aufsteigen der gelösten Eisensalztheile und Niedersinken von Eisenockertheilchen fort und fort erneuert, wird allmählich der ganze Eisensalzgehalt des Wassers in unlöslichen

Eisenocker umgewandelt. Aber damit ist dieses Spiel noch nicht zu Ende. Denn so lange unten auf dem Grunde der Wasserdümpfel noch eine Spur von fauligen Pflanzentheilen vorhanden ist, wird den eben erst zu Boden gesunkenen Eisentheilen auch immer wieder von diesen Pflanzenresten der Sauerstoff entzogen und so auch immer wieder quellsaures Eisenoxydul gebildet, welches dann weiter den oben beschriebenen Kreislauf von Neuem durchmacht. Es wird demnach erst dann sich eine stabile Schichte von Eisenocker auf dem Boden des Wasserdümpfels bilden können, wenn alle daselbst liegenden Pflanzenreste vollständig zersetzt oder in eine mit Bitumen durchzogene kohlige Substanz umgewandelt worden sind.

Wir ersehen also aus diesem Falle, wie einerseits abgestorbene Pflanzen aus Eisenoxydhaltigen Gesteinen ihren noch lebenden Schwestern ein Eisensalz präpariren, welches vermöge seines quellsatzsauren Ammoniaks für sie ein Hauptnahrungsmittel ist, und wie nun wieder umgekehrt die lebenden Pflanzen ihren abgestorbenen Schwestern in dem aus dem quellsatzsauren Eisenoxydul bereiteten Eisenoxyd den Sauerstoff senden, den sie zu ihrer Zersetzung brauchen.

Es ist dies in der That eine merkwürdige Erscheinung — eine Erscheinung, welche uns einen tiefen Blick in den Haushalt der Natur thun lässt und uns lehrt, wie die Natur verfährt, um einerseits die in den Erdrindenmassen zerstreuten und höchst feinzertheilten Eisenspuren zu einem massigen Ganzen zu vereinigen, und andererseits die an luftverschlossenen Orten liegenden Organismenreste mit dem zu ihrer Zersetzung nothwendigen Sauerstoff zu versorgen und sie so in die für das Pflanzenleben so wichtige Kohlensäure umzuwandeln. Denn, wie wir soeben gesehen haben, werden die Eisenockertheilchen des Ackerbodens durch die abgestorbenen Pflanzenreste immer und immer ihres Sauerstoffes beraubt und dann in Salze umgewandelt, welche an der Luft Sauerstoff an sich ziehen und diesen dann jenen Pflanzenresten zuführen müssen.

2) Wie in dem eben mitgetheilten Beispiele abgestorbene und lebende Wassermoose sich gegenseitig in die Hände arbeiten bei Bereitung von Limonitablagerungen, so kommt es auch vor, dass auch mikroskopisch kleine Wasseralgen aus der Familie der Oscillatorien bei der Bildung solcher Eisenerzablagerungen thätigen Antheil nehmen.

Auf dem Grunde einer entleerten Sumpfgrube fand ich vor einigen Jahren über einer fast schneeweissen und staubfeinen Sandschichte eine 6 Linien dicke gelbbraune Schleimschichte von Sumpferz. Beim Untersuchen unter dem Mikroskope zeigte sich dieselbe ganz durchwebt von äusserst feinen, schnurförmig gegliederten und ganz von Eisenocker durchdrungenen Fädchen, welche beim Uebergiessen mit Salzsäure all-

mählich ihre ockergelbe Farbe verloren, fast farblos wurden und nach allen Eigenschaften nichts weiter waren, als von Eisenocker durchdrungene mikroskopisch kleine Wasseralgen aus der Familie der Oscillatorien. Diese winzigen, frei im Wasser umherschwimmenden, schnurförmig gegliederten, Fadenstücken ähnlichen, Pflänzchen leben oft in grossen Mengen in Wasserdümpfeln und überhaupt in Gewässern, welche viel quellsaure Salze gelöst enthalten. Mit Begierde saugen sie diese letzteren ein, zersetzen sie in ihren Körpern und stossen dafür, wie alle Pflanzen, Sauerstoff aus. Enthält nun das Wasser solcher Dümpfel quellsaures Eisenoxydul aufgelöst, so saugen sie auch dieses wegen seiner Quellsäure ein. Indem sie aber dieser Säure in ihren Körpern den Kohlengehalt entziehen, so wird dadurch Sauerstoff frei, welcher nun sogleich das sowohl in ihrem Körper wie ausserhalb desselben noch befindliche Eisensalz in Eisenoxydhydrat umwandelt. Der so entstandene Eisenocker lagert sich vermöge seiner Unlöslichkeit inwendig und auswendig an dem Körper dieser Geschöpfchen ab, tödtet sie und macht sie so schwer, dass sie zu Boden sinken, wo sie sich nun mit dem übrigen, auf gewöhnliche Weise entstandenen, Eisenoxydhydrat vermischen.

3) In dem nassen, mit zahlreichen ockergelben Sandsteinknauern untermengten, thonigen Untergrunde des im ersten Belege schon erwähnten Lehmackers findet man bisweilen bei tiefgreifendem Umackern desselben eigenthümliche, meist rundliche, inwendig hohle oder theilweise mit einer kohligen Substanz angefüllte, 1 bis 2 Zoll dicke Knollen, deren Rinde aus grösseren und kleineren Sandkörnern besteht, die durch ein festes an der Luft schnell ockergelb und mürb werdendes Bindemittel von Limonit innig zusammengekittet sind. Jeder dieser Knollen verdankt seine Entstehung einer — — faulen Kartoffel. — Wenn nämlich Kartoffeln beim Pflanzen oder Unterhacken zu tief in den Boden dieses Ackers eingesenkt werden, so gerathen sie in die oben erwähnte thonige Unterlage desselben. In Folge der hier vorhandenen starken Nässe werden sie sehr bald faulig, und da sie nun von aussen her keine Luft erhalten können, so entziehen sie den zu ihrer Zersetzung nöthigen Sauerstoff dem, ihrer thonigen Umhüllung reichlich beigemengten Eisenoxyde und wandeln so dasselbe, wie oben schon gezeigt worden ist, zuerst in Eisenoxydul und dann in humussaures (ulminsaures?) Eisenoxydul um. Dieses aber setzt sich zwischen den Sandkörnern in der nächsten Umgebung der Kartoffeln ab und verkittet sie allmählich so miteinander, dass sie eine zusammenhängende Hülle um die faulige Kartoffel bilden. So lange nun noch viel Kartoffelmasse vorhanden ist, wird diese anfängliche Hülle zwar immer wieder durch die sich aus der Kartoffel entwickelnde Humussäure theilweise aufgelöst; sobald aber erst die Verkohlung der letzten Kartoffelreste begonnen hat, dann hört die

Entwickelung von Humussäure auf und nun bleibt auch die aus dem zuletzt gebildeten Limonite gebildete Rinde fest mit der noch übrig gebliebenen Kartoffelschale verbunden und bildet die eben beschriebenen hohlen Knollen, welche in ihrem Innern eine kleine Quantität bituminöser, kohliger Substanz, den letzten Rest der ehemaligen Kartoffel, enthalten, während ihre Schale aus einem festen, mit Kies untermischtem, schwarzgrauem Limonite besteht.

4) In dem über diesem thonigen Untergrunde lagernden ockergelben, sandreichen Lehme zeigen sich auch noch andere Eisengebilde, welche nicht ohne Interesse und belehrend für die Erklärung der Entstehung dieser Gebilde sind. An den tief gelegenen Stellen dieses Ackers nämlich, welche in nassen Jahren gewöhnlich sumpfig und mit sauren Gräsern und Moosen bewachsen sind, erscheinen in dem Boden halb vermoderte Wurzeln, welche mit einer oft eine Linie dicken, ockergelben, sandigen Eisenoxydhydratrinde so fest überzogen sind, dass man bei behutsamem Ziehen diese letztere wie eine Scheide von der umhüllten kohligen Wurzel streifen kann. In der nächsten Umgebung dieser vereiserten Wurzeln, welche von alten Weidenstämmen herrühren, ist der an sich intensiv gelbbraun gefärbte Boden oft bis auf 6 Zoll Abstand von der Wurzel weissgrau gefärbt. Jedenfalls sind diese Eisenockerhüllen um die Wurzeln herum auf ganz ähnliche Weise, wie die um die fauligen Kartoffeln blos dadurch entstanden, dass die vermodernden Wurzeln in Ermangelung von atmosphärischem Sauerstoff allen den von ihnen berührten Eisenoxydhydrattheilchen des Lehmbodens einen Theil ihres Sauerstoffes entzogen und hierdurch aus ihrem Kohlenstoff eine der oben erwähnten Humussäuren entwickelten, welche sich nun mit dem eben erst gebildeten Eisenoxydul zu ulmin- oder huminsaurem Eisenoxydul verband, welches sich bei seiner Verdichtung an der Oberfläche dieser Wurzeln absetzte. Hierdurch lässt es sich auch erklären, warum der Lehm in der nächsten Umgebung dieser Wurzeln weissgrau aussieht, und keinen Eisenocker mehr enthält. Die fauligen Wurzeln allein haben ihm denselben entzogen, um daraus ihre Eisenrinde zu bilden. Und dass dies wirklich der Fall ist, dafür sprechen auch die Mittheilungen Kindler's (in Poggend. Annal. Bd. 37. S. 203 ff.), nach denen eine faulige Pflanzenwurzel von 2 Linien Dicke auf 2 bis 3 Zoll Entfernung hin dem Sande ihrer Umgebung seine Eisenrinde rauben kann, dass er in wenigen Monaten ebenso weiss aussieht, als wenn er mit Salzsäure ausgelaugt worden wäre; und ebenso Daubrée's, welcher den eisenhaltigen Sand in der Rheinebene und in Lothringen auf weite Strecken hin durch faulende Pflanzentheile ganz entfärbt fand. — Nach Bischoff (Lehrbuch der chemischen Geologie Bd. I. S. 947) zeigt sich Wasser, mit welchem man

wiederholt eine mit eisenschüssigem Sand umgebene, verwesende Pflanzenwurzel befeuchtet, nach dem Abfiltriren und Eindampfen eisenhaltig. — Die um die eben beschriebenen Wurzeln gebildete Eisensalzhülle bleibt indessen nur so lange humussaures Eisenoxydul, als der sie einschliessende Boden gegen die Luft verschlossen bleibt. Wenn dagegen in trockenen heissen Sommern alles Wasser dieses Bodens verdunstet und dieser letztere durch Zusammenziehung seiner Thontheile zu harten Klösen und Knollen nach allen Richtungen hin von, tiefer oder flacher in seine Masse einschneidenden, Spalten zerrissen wird, so dass atmosphärischer Sauerstoff in seine Masse eindringen kann, dann werden jene Eisensalzhülsen sehr bald in Eisenoxydhydrat umgewandelt.

§. 68. **Limonitbildung durch Gerbsäure in Torfmooren.** Die im vorigen §. beschriebene Limonitbildung durch Humussäuren kann man leicht in dem Untergrunde von Wiesenmooren beobachten, wenn man nur das Wasser aus den untersten Torflagen desselben oder auch den noch schleimigen Ockerabsatz, welcher sich auf den Spaltflächen im Torfe befindet, wo möglich an Ort und Stelle chemisch prüft. — Eine bedeutende Abänderung erleidet indessen diese Limonitbildung in allen denjenigen Mooren, deren Torfmasse hauptsächlich aus Haidearten und überhaupt aus Gerbsäure-haltigen Gewächsen gebildet wird. Denn in diesem Falle spielt die Gerbsäure die Limonitbildnerin. Ich habe schon im §. 66. S. 194 darauf hingewiesen, dass diese Art von Gewächsen während ihres Lebens die im Innern ihres Standortes gebildeten löslichen Eisensalze in sich aufsaugen und in gerbsaures Eisenoxydul umwandeln. Das thun denn diese Gewächse nun auch mit dem an ihrem moorigen Standorte gebildeten humussauren Eisenoxydul-Ammoniak, während sie zugleich das bei diesem Zersetzungsprocesse ausgeschiedene quellsatzsaure Ammoniak als Nahrungsmittel benutzen und assimiliren. Wenn nun aber diese mit gerbsaurem Eisenoxydul mehr oder weniger beladenen Pflanzen nach ihrem Absterben unter Wasser mehr oder minder tief einsinken, dann verwandelt sich ihre Gerbsäure — wie oben bei der Beschreibung der Torfbildung (§. 43. S. 121) schon mitgetheilt worden ist — zuerst in Brenzgallussäure und dann in eine eigenthümliche, noch nicht genug erforschte, Kreosot-haltige Säure, welche ich einstweilen B r e n z s ä u r e genannt habe, und es wird nun aus dem früheren gerbsauren Eisenoxydul ein neues, in Wasser lösliches Eisensalz: b r e n z s a u r e s (?) E i s e n o x y d u l, welches beim Erhitzen an der Luft einen stark zum Thränen reizenden, übel brenzlich riechenden Dampf ausstösst und sich sehr bald in Eisenoxydhydrat umwandelt, bei der trockenen Destillation aber eine stark brenzlich riechende, sauer reagirende, schmierige und bituminöse Flüssigkeit absetzt, während in der Destillationsretorte Eisenoxyduloxyd übrig bleibt. — Die ebengenannte Brenzsäure zieht aber rasch noch mehr Sauerstoff aus ihrer eisenhaltigen Umgebung

an sich und bildet nun mit ihrem Eisenoxydul ein in Wasser unlösliches, sepienbraunes Salz, das geïnsaure Eisenoxydul, welches sich nun als ein anfangs schleimiges, später aber sich knollenförmig zusammenziehendes Morasterz auf der Sohle der Moore absetzt.

Bemerkung: Obgleich ich diese Resultate aus mehreren, schlackig-knolligen Limoniten Westphalens und der Lausitz erhalten habe, so möchte ich doch nicht wagen, über sie ein bestimmtes Urtheil zu fällen, da ich die Modificationen der als Gerbsäure bekannten Stoffe und deren Umwandlung nicht genau genug kenne. Ich theile aber demungeachtet meine oben erwähnten Erfahrungen so mit, wie ich sie in der Natur gemacht habe, damit sachverständige Chemiker sie weiter untersuchen und verbessern können.

Noch stärker wirken indessen die Gerbsäure-haltigen Gewächse auf die Limonitbildung aus den Eisentheilen ihrer mineralischen Umgebung ein, wenn sie, ohne vorher während ihres Lebens Eisen in sich aufgenommen zu haben, unter Wasser vertorfen. Denn in diesem Falle wird, wie ebenfalls schon bei der Torfbildung (§. 43.) erwähnt worden ist, ihre im Torfwasser sich lösende und nach Sauerstoff sehr gierige Gerbsäure, zumal wenn sie sich erst mit dem in der Vertorfungssubstanz gebildeten Ammoniak verbunden hat, schneller und stärker als die im Torfe sich entwickelnden Humussäuren alle Eisenoxydtheile ihrer mineralischen Umgebung zu Eisenoxydul desoxydiren, um sich in Brenzgallussäure zu verwandeln, welche dann ihrerseits noch stärker desoxydirend auf den Eisengehalt ihres Bildungsortes einwirkt. Mit dem auf diese Weise gebildeten Eisenoxydul verbindet sich nun die Brenzgallussäure zu dem oben erwähnten brenzsauren (?) Eisenoxydul, aus welchem dann, wie oben gezeigt worden ist, bei weiterer Oxydation unlösliches geïnsaures Eisenoxydul wird.

Während aber so die Gerbsäure wirkt, sind auch die in der vertorfenden Pflanzenmasse sich entwickelnden Humussäuren nach ihrer oben beschriebenen Weise in der Bildung von Limoniten thätig. Das durch sie gebildete humussaure Eisenoxydul vermischt sich nun mit dem durch die Gerbsäure entstandenen brenzsauren Eisenoxydul, und hierdurch entstehen dann die eigenthümlichen Limonitgemische, welche im frischen Zustande verschiedene Oxydationsproducte organischer Säuren enthalten und sich vorzüglich auf dem Grunde der Haidemoore befinden.

So viel über die Bildung der Limonite in Haidemooren. Sind auch meine Erfahrungen über dieselbe noch nicht ganz spruchreif, so glaubte ich doch nicht, sie vorenthalten zu dürfen. Es lässt sich wenigstens durch sie am ersten das massige Auftreten der Limonite gerade in den Haidemooren erklären.

§ 69. **Bildung von phosphorsaurem Eisenoxyd in Torfmooren.** Das auf dem Grunde von Sümpfen, Mooren und Seeen gebildete Eisenerz enthält aber, wie oben schon angegeben worden ist, neben Eisenoxydhydrat auch sehr häufig noch ein grösseres oder geringeres Quantum phosphorsauren Eisenoxydes beigemengt. Nach allen Erfahrungen, die ich bis

jetzt über das Vorkommen dieser Beimengung habe machen können, findet sich dieselbe namentlich in denjenigen Limonitlagern, welche sich auf dem Grunde theils von solchen Mooren, deren Torfmasse vorherrschend aus den Resten von Holzgewächsen (Haiden, Preisseln, Weiden, Erlen) oder von Schilfen, Simsen, Woll-, Riedgräsern und Algen, also von Pflanzenmassen, welche unter ihren chemischen Bestandtheilen Phosphor oder Phosphorsäure enthalten, besteht, theils von Seeen bilden, in welchen Fische oder froschartige Reptilien, also Thiere leben, welche sowohl in ihren Knochen, wie in ihren weichen Körpertheilen ebenfalls Phosphor enthalten.

Diese Organismenmassen sind daher wohl die Hauptquelle für die zur Bildung des phosphorsauren Eisenoxydes nöthige Phosphorsäure und zwar auf folgende Weise: In ihnen allen erscheint der Phosphor entweder mit Stickstoffsubstanzen (Albumin, Caseïn oder Fibrin), oder als Phosphorsäure mit Kalk (in den Knochen) verbunden. Wenn nun dieselben absterben und verfaulen, so bildet sich stets zuerst aus den sich rasch zersetzenden Stickstoffsubstanzen Ammoniak, dann aber durch dieses letztere angeregt, aus dem Phosphor phosphorige Säure (»Leuchten des faulen Holzes und der faulen Fische«) und zuletzt Phosphorsäure, welche sich theils mit dem vorhandenen Ammoniak zu phosphorsaurem Ammoniak, theils aber auch mit dem im Wasser gelösten quellsauren Eisenoxydul zu im Wasser unlöslichen phosphorsaurem Eisenoxydul verbindet. Während also auf diese Weise sowohl durch die freiwerdende Phosphorsäure, wie durch das phosphorsaure Ammoniak einerseits aus dem schon vorhandenen quellsauren Eisenoxydul phosphorsaures gebildet wird (und sich auch nebenbei quellsaures Ammoniak bildet, durch welches nun wieder neues Eisen aus den Bodenbestandtheilen gelaugt wird), tauscht andererseits auch der in dem Kohlensäure-haltigen Sumpfwasser sich lösende phosphorsaure Kalk mit dem vorhandenen quellsauren Eisenoxydul die Säuren, so dass unlösliches phosphorsaures Eisenoxydul und löslicher quellsaurer Kalk entsteht. Das auf die eben angegebenen Weisen gebildete phosphorsaure Eisenoxyd sinkt endlich wegen seiner Unlöslichkeit zu Boden und mengt sich daselbst mit dem vorhandenen Eisenoxydulschlamm. Hierdurch lässt sich auch der im §. 61. S. 178 erwähnte Fall, dass Hirschgeweihe und Knochen in Limonit oder Vivianit umgewandelt erscheinen, erklären.

Zusatz. Es ist mir indessen ein Fall bekannt, in welchem nicht blos die Wurzel, sondern auch noch der Stumpf eines alten Buchbaumes durchdrungen erschien von feinzertheiltem, reinem, blauem, phosphorsaurem Eisenoxyd. Dieser in Vermoderung begriffene Buchenstumpf steckte bei Ruhla in einem nassen, dioritischen Thonboden, welcher sehr viel verwitternde Schwefelkiese und in Folge davon in seinem Grundwasser schwefelsaures Eisenoxydul aufgelöst enthielt. Höchst wahrscheinlich war nun die Lösung dieses Eisenvitriols von der fauligen Baumwurzel aufgesogen worden und hatte im Innern derselben mit dem daselbst vorhandenen phosphorsauren

Kalk die Säuren vertauscht, so dass nun einerseits phosphorsaures Eisenoxyd, welches sich als unlösliches Salz zwischen den kohligen Holzfasern absetzte, und andererseits schwefelsaurer Kalk entstand, welcher allmählich von der Feuchtigkeit ausgelaugt wurde. — Dieser Fall steht übrigens nicht vereinzelt da, denn ich selbst habe oft schon Haidetorf erhalten, dessen Masse von grösseren und kleineren Knöllchen von phosphorsaurem Eisenoxyd durchzogen erschien. — Auch ist es ja bekannt, dass in den Småländischen Seeen, welche in schwefelkiesreichen Dioritfelsen eingebettet liegen, die bedeutenden Ablagerungen von Eisenerzen (Seeerzen) sich hauptsächlich dadurch erzeugen, dass der aus den Schwefelkiesen der Diorite entstehende Eisenvitriol in dem Wasser der Seeen durch die in dem letzteren aufgelösten phosphorsauren Alkalien durch Austausch der Säuren in phosphorsaures Eisenoxyd umgewandelt wird.

§. 70. **Entstehung von Limonitlagern an Orten, welche kein Bildungsmaterial besitzen.** Ich habe in dem Vorigen meine bis jetzt gemachten Erfahrungen über die Bildung von Limoniten in Localitäten, welche selbst das Material zur Bildung dieser Erze besitzen, alle mitgetheilt. — Es bleibt mir nun noch übrig, auch einige Fälle zu erwähnen, in denen sich Limonite an Orten erzeugen, welche von Natur gar kein Bildungsmaterial besitzen.

a) Schon oben bei der Angabe des Vorkommens der Limonite wurde erwähnt, dass sich einerseits im Bette solcher Ströme, welche Zuflüsse aus Torfmooren oder Sümpfen erhalten, und andererseits im Boden solcher Gegenden, welche von Wassern zeitweise überfluthet werden, die schlammiges Eisenoxydhydrat oder quellsaures Eisenoxyd mit sich führen, Ablagerungen von Limoniten bilden können. Alles dieses findet hauptsächlich dann Statt, wenn solche eisenhaltige Gewässer sehr langsam fliessen oder bei niedrigem Wasserstande über einem geröllreichen Boden hinschleichen, oder in tiefbuchtigen Ufereinschnitten stagnirende Dümpfel bilden. In den künstlich gegrabenen Abzügen von Torfmooren habe ich in der Sommerzeit oft nicht blos alle Steine des Bodens, sondern auch die Halme und Blätter der Simsen und Weiden, welche das Ufer dieser Abzüge einfassten, ja selbst die Körper von todten Wasserkäfern mit einem liniendicken Ueberzuge von Eisenoxydhydrat überrindet getroffen. Und da, wo das Wasser dieser Abzugsgräben nach langem und heftigem Regen seine Ufer überschritten hatte, war nicht blos alles Gras des zunächst umliegenden Landes mit Eisenocker überzogen, sondern auch die Erdkrume selbst bis auf 2 Zoll Tiefe mit ockerigen Theilchen durchtränkt. — Wenn freilich solche Gewässer einen sehr eiligen Lauf besitzen, dann setzen sie von ihrem Eisengehalte in ihrem Bette nur da einen Theil desselben ab, wo ihr Wasser im Laufe verzögert oder gehemmt wird. Auf diese Weise entstehen oft in der Sandmasse der von den Ufern aus in das Flussbett hineinragenden Landzungen, an den Seiten von Brückenpfeilern oder hinter im Wasser liegenden Baumstämmen mehr oder minder starke Absätze von Limonit.

Nicht weit von dem eben beschriebenen Torflager bei Wenigenlupnitz lag in dem Hörselflusse, dicht vor der Mündung des Torfwassergrabens, ein grosser hohler Weidenstamm, dessen Höhlungswände ganz überzogen waren von schlammigem Eisenocker. Ergiessen sich vollends solche eisenführende Flüsse raschen Laufes in tiefe Wasserbecken, z. B. in Seeen, dann setzen sie alle ihr Eisen auf dem Grunde dieser ab, wie oben schon erwähnt worden ist.

b) Es können sich endlich aber auch Raseneisenerzablagerungen in dem Boden von Aeckern und Wiesen, oder auch auf dem Grunde von Mooren bilden, welche sich in flach beckenförmigen Vertiefungen an dem Fusse von Hügeln befinden, aus deren mineralischer Bestandsmasse sich lösliche Eisensalze entwickeln, die dann durch das Schichtwasser in diesen Hügeln den an ihrem Fusse gelegenen Bodenmassen zugeleitet werden und sich in diesen absetzen. Schon Kindler macht in seiner Abhandlung (»Bildung einiger Eisenerze« in Poggend. Ann. Bd. 37. S. 203 ff.) auf diese Art von Eisenbildung in den am Fusse von bewaldeten Sandbergen lagernden Bodenstrecken aufmerksam. Ebenso theilt Forchhammer, wie oben schon angedeutet worden (in seinen geognostischen Studien am Meeresstrande; vgl. Neues Jahrb. f. Miner. Jahrg. 1844. S. 17) mit, dass »überall in den Dünenthälern, wo die Dünen bewachsen sind, sich unter den daselbst befindlichen Torflagern Mooreisen absetzt, welches die Sandkörner der Thalsohle zu einem festen Sandsteine verkittet und aus der Einwirkung der auf den bewaldeten Dünenhügeln entstehenden Humussäure auf den Titaneisengehalt des Flugsandes entsteht und durch Regenwasser ausgelaugt und fortgefluthet wird«. — Endlich hat mir ein sachverständiger und glaubwürdiger Landwirth einen Fall mitgetheilt, in welchem ein an sich ganz eisenleerer, sandig-mergeliger, noch vor 50 Jahren sehr fruchtbarer Acker blos dadurch vereisert wurde, dass der früher kahle Sandsteinhügel, an dessen Fuss sich dieser Acker ausbreitet, mit Birken und Fichten dicht bewaldet worden war. Ich theile die Geschichte dieser Ackervereiserung hier so mit, wie sie mir angegeben worden ist. »Der in Rede stehende Acker liegt am westlichen Fusse der Rhön in einer flachen Mulde an dem sanften Abhange eines, mit jungen Birken und Fichtenwalde dicht bedeckten Hügels, welcher unmittelbar unter dem abgefallenen Laube eine sehr sandreiche, weissliche Erdschichte und dann unter dieser zunächst eine fussdicke Schichte ockergelb marmorirten, sehr mürben Sandsteines und weiter unter diesem eine 6 Zoll starke, sehr zähe, fette Thonlage zeigt. Die Schichten dieser Ablagerungen senken sich ganz allmählich dem Acker zu und bilden unter demselben eine flache Mulde. Die Masse dieses letzteren selbst besteht zu oberst aus einer hellfarbigen, sandig-mergeligen, gar kein

Eisenoxyd zeigenden, Erdkrume und darunter in einer Tiefe von 15 Zoll aus der oben erwähnten zähen Thonmasse.

Zwischen diesen beiden Hauptlagen des Ackers zieht sich nun unmittelbar über der Thonlage, also in einer Tiefe von 10 Zoll, eine Lage von Eisenerz, welche unmittelbar am Fusse des Hügels in der ganzen Breitseite des Ackers eine 1 bis 1½ Zoll dicke, zusammenhängende, schmutzig ockerbraune Schichte bildet, welche einer fest zusammengesinterten Lage von sandgemischten Schlacken sehr ähnlich sieht. Diese sandig-schlackige Eisenockerlage zieht sich ziemlich bis in die Mitte des Ackers, an manchen Stellen sogar noch über dieselbe hinaus. An der obern Seite des Ackers hat man dieselbe ausgebrochen; in den hierdurch entstandenen Gruben stehen Pfützen, auf deren Grunde aber schon wieder, ebenso wie auch an der — nach dem Hügel zunächst gelegenen — Grubenwand, ein Absatz von Eisenocker zum Vorschein kommt.

Noch viel deutlicher und reichlicher aber kann man diesen sich neu bildenden Ockerabsatz an den Wänden von zwei andern Gruben bemerken, welche sich an dem Ackerrande zunächst des Hügelfusses befinden; denn an der obern Wand dieser sieht man deutlich unmittelbar über der thonigen Unterlage der Ackerkrume Wasser hervorschwitzen, welches an der Oberfläche regenbogenfarbig schillert und sich mit einem gelblichen Schaume umgiebt. — Diese neuen Eisenbildungen zeigen zu deutlich, dass das Eisenerz im Acker noch im Fortbilden begriffen ist und sich auch nach Wegnahme des schon vorhandenen wieder von Neuem erzeugt; ebenso aber zeigen auch die Stellen an den Grubenwänden, an denen vorzüglich diese neuen Eisenbildungen vor sich gehen, dass das Eisen absetzende Wasser aus den Schichten des gelben Sandsteines an dem oben beschriebenen Hügel hervorkommt. Das waren Thatsachen, welche schon beim ersten Anblicke ins Auge traten.«

Nun hatte, nach der Aussage des Ackerbesitzers und andrer Leute, der Acker früher, als der ihn berührende Hügel noch ganz waldlos und kahl war, nicht die geringste Spur von dieser Eisenbildung gezeigt und war erst mehrere Jahre nach der Bepflanzung dieses Hügels von derselben heimgesucht worden. Es mussten also die verwesenden Abfälle der den Hügel dicht bedeckenden Birken und Fichten die erste und hauptsächlichste Veranlassung zur Bildung des Äckereisens sein. Nach meiner Ansicht lässt sich diese Eisenbildung auch leicht auf folgende Weise erklären: Die in dem eisenreichen Sandboden steckenden Wurzeln der abgestorbenen Baumstämme entzogen dem sie umgebenden Eisenoxyd des Bodens theilweise den Sauerstoff und wandelten es dadurch in Eisenoxydul um. Dieses wurde dann durch die Quellsäure, welche sich theils aus den nun faulig werdenden Wurzeln, theils aus den auf dem Boden verwesenden Pflanzen-

abfällen entwickelte, in quellsaures Eisenoxydul umgewandelt, welches sich nun weiter in dem Bodenwasser auflöste und so lange tiefer senkte, bis es auf die oben erwähnte, das Wasser nicht durchlassende Thonlage kam. Da diese aber eine geneigte Lage hat, so rieselte es auf derselben dem Fusse des Hügels zu, wo es in die lockere, von Luft durchdrungene, Ackerkrume gelangte und — eben durch Berührung mit der Luft — sich höher oxydirte und nun als Brauneisenstein zwischen den Sandkörnern und Erdkrumen absetzte.

§. 71. **Limonitähnliche Sandaggregate in eisenschüssigen, sandreichen Bodenarten.** So weit reichen bis jetzt meine Erfahrungen über die Entstehung des Limonites im Boden der Aecker und auf der Sohle der Moore und Gewässer.

Zum Schlusse dieses — noch nicht ganz erschöpften — Themas muss ich aber noch einer eigenthümlichen Art von rasenerzähnlichen Gebilden gedenken, welche in sandreichen Bodenarten vorkommen und wohl häufig mit den sogenannten Ortsteinen verwechselt werden. In solchen sandig-lehmigen Bodenarten sondern sich nämlich, wenn sie ein oder mehrere Jahre unbearbeitet und unbepflanzt liegen, vorzüglich nach nassen Wintern die mit einer Eisenockerrinde überzogenen Sandkörner von der lehmig-erdigen Krume ab, sobald dieselbe schlammig weich wird, und senken sich in Folge ihres grössern Gewichtes in die Tiefe des Bodens, bis sie auf eine fester zusammenhaltende Unterlage gerathen. Auf dieser sammeln sie sich nun theils in grösseren und kleineren (oft kopfgrossen), durch etwas Erdschlamm zusammengekitteten, knollenförmigen Aggregaten, theils in bald losen, bald locker zusammengebackenen, oft weit ausgedehnten Lagermassen an, so dass sie nun ganz das Ansehen von Ortsteinlagern haben. Vorzugsweise habe ich diese Erscheinung in dem Sandsteingebiete der Keuperformation auf entwaldeten und wüst liegenden Plateaus gesehen. Ein mir befreundeter Landwirth, welchem ich diese Erscheinung mittheilte, erklärte mir, dass dies auf einem seiner Aecker schon nach Jahresfrist zu sehen sei, wenn er denselben brach liegen und nicht während der Brache tüchtig umarbeiten lasse. Und einer meiner ehemaligen Forstschüler, Herr Schultze aus Hannover, theilte mir über diesen Gegenstand mit, dass sich auf völlig bewaldeten Landstrichen Hannovers in dem Diluvialboden nicht eher der Ortstein zeige, als bis diese völlig entwaldet worden seien und mehrere Jahre unbenutzt gelegen hätten. Sollte daher nicht gar Vieles, was man bis jetzt zum Ortsteine oder Raseneisensteine gerechnet hat, zu diesen Sandconcretionen gehören? Ich wenigstens möchte nach meinen zeitherigen Erfahrungen viele derjenigen Ortsteine, welche tief in sandig-lehmigen, unbebaut liegenden Bodenstrecken vorkommen und deren Masse aus 90 p. C. Sand, 5 p. C. Thon oder Lehm und 4 bis 5 p. C. Eisenoxyd besteht, zu ihnen rechnen; dabei aber annehmen, dass gerade diese

Concretionen häufig das Material abgeben, aus dem in der Zukunft erst Raseneisenerz gebildet wird.

§. 72. Werfen wir nach allen diesen Mittheilungen nun nochmals einen Sammelblick zurück, so erhalten wir diejenigen Resultate über die Bildungsweise und Arten der Raseneisensteine, welche auf beifolgender Uebersicht angegeben sind.

Uebersicht der Bildungsweisen von Limoniten.

Die wahren Limonite entstehen aus der Einwirkung:

I. von **vegetabilischen** Substanzen . . . . auf	den Eisenoxydgehalt der mineralischen Bodenbestandtheile:
a) bei lebenden Pflanzen: 1) durch die ausgeathmete Kohlensäure . . . . . . auf	das kieselsaure Eisenoxydul in den Feldspath-, Hornblende- und Glimmerresten im Sande; das kohlensaure Eisenoxydul, welches entweder aus dem kieselsauren Eisenoxydul oder aus den Eisenspath-haltigen Felsarten frei wird;
2) durch die in ihrem Körper vorhandene Gerbsäure . . . . auf	die von der Pflanze eingesogenen Eisensalzlösungen, wodurch in der Pflanze gerbsaures Eisenoxyd entsteht, welches beim Verwesen der Pflanze Eisenoxydhydrat im Boden bildet;
3) durch die ausgeschiedene Gerbsäure . . . . . auf	das kohlensaure Eisenoxydul der vorigen Bodentheile; die Eisenvitriollösungen, welche aus der Oxydation von Eisenkiesen im Boden entstehen.
b) bei abgestorbenen Pflanzenmassen, 1) welche unter vollem Luftzutritte verwesen durch die entstehende Kohlensäure auf	die unter I. a. 1) angegebenen Eisenbestandtheile des Bodens;
2) welche bei Abschluss von Luftzutritt verfaulen: α) indem die kohlige Masse auf	das Eisenoxydhydrat des Bodens desoxydirend einwirkt und es in Eisenoxydul umwandelt, mit welchem sich dann die sich bildende Humin- und Quellsäure zu humussaurem Eisenoxydul verbindet, aus dem später durch höhere Oxydation Eisenoxydhydrat wird;
β) indem Gerbsäure . . . auf	das Eisenoxydhydrat des Bodens desoxydirend einwirkt, wodurch lösliches brenz- und unlösliches geïnsaures Eisenoxydul und aus diesem bei Luftzutritt wieder Eisenoxydhydrat entsteht;
γ) indem sich Phosphorsäure und phosphorsaure Alkalien entwikkeln, welche sich im Wasser lösend . . . . auf	die im Boden vorkommenden kohlen-, salpeter- und schwefelsauren Eisensalze zersetzend einwirken, so dass aus denselben zuerst phosphorsaures Eisenoxydul und dann phosphorsaures Eisenoxyduloxyd entsteht, welches sich absetzt;
c) aus dem Wechseleinfluss von todten Pflanzen, welche zuerst lösliches quellsaures Eisenoxydul bilden, und lebenden Pflanzen, welche . . . . auf	das eben erst gebildete quellsaure Eisenoxydul zugleich entsäurend und oxydirend einwirken, so dass sich in und auf dem Körper dieser Pflanzen Absätze von Eisenoxydhydrat bilden;
II. von **mineralischen** Substanzen, so namentlich von phosphorsauren, alkalischen Salzen . . . . auf	im Boden gelöst befindlichen Eisenvitriol und Eisenspath, wodurch stets wie bei I. b. 2. γ) phosphorsaures Eisenoxyd entsteht, welches sich absetzt.

IV. Fort- und Nachbildung der Limonite.

§. 73. Die in einem Gebiete abgesetzten Limonite erleiden im Verlaufe der Zeit mehrfache Veränderungen. Anfangs gelatinös oder schleimig, erhärten sie allmählich, indem ihr Lös- und Schlämmwasser verdampft, wie es beim Luftzutritte der Fall ist, oder ihrer Masse durch hygroskopische Körper ihrer Umgebung — z. B. durch die Torf- und Humuskohle oder auch durch Thon — entzogen wird. Vor ihrer vollständigen Erhärtung bildet ihre Masse einen vollständigen Kleber, vermöge dessen sie sich an alle Körper ihrer Umgebung anhängen und dieselben unter einander verkitten können. Diese klebrige Beschaffenheit sowohl, wie auch ihre allzu rasche Ausscheidung aus dem Lösungswasser ist wohl nun auch die Ursache, dass sie nicht krystallisiren können. Beim raschen Austrocknen zeigen sie überhaupt mancherlei Aehnlichkeit mit Thonschlamm. Wie dieser beim Erstarren berstet und sich in Klöse und Knollen zusammenzieht, welche dann durch hinzutretende Bodenfeuchtigkeit ihre scharfen Kanten und Ecken verlieren und sich abrunden, so auch die Limonite: wie ferner diese erhärteten Thonknollen sich von aussen nach innen schalig absondern, wenn sie abwechselnd von Wasser benetzt werden und dann wieder austrocknen, so werden auch die Limonitknollen oft schalig abgesondert, wenn sie ringsum von einer hygroskopischen Thonmasse umschlossen sind, welche ihnen ihr Schlämmwasser allmählich aber gleichmässig von aussen nach innen entzieht; wie ferner Sandkörner, welche von einer erhärteten Thonrinde umschlossen sind, wenn sie von wellig bewegtem Wasser hin und her gerollt werden, sich zu Kugeln abrunden, die, sobald sie bei ihren Bewegungen aus dem Bereiche des bewegenden Wassers kommen, liegen bleiben und durch die äussere Schlammlage ihrer Thonrinde mit einander zu einer Art Rogenstein verkittet werden, so ist dies auch bei den von Eisenschlamm umzogenen Sandkörnern vieler Limonit-Rogensteine der Fall; wie endlich Thonschlamm, welcher auf einer Sandlage sitzt, beim Austrocknen sich in einzelne 4-, 5- und mehrseitige Scheiben zertheilt, welche sich mit ihren Seitenrändern hebend halbkugelige oder napfförmige Scherben, ja oft sogar hohle Kugeln oder Eier bilden, wenn irgend eine äussere Bewegungskraft, z. B. der Wind, sie während ihrer Erstarrung fortrollt, so finden wir dies auch bei vielen Limoniten. Aber alle diese eben geschilderten Formungen der Limonite können im Verlaufe der Zeiten wieder mancherlei Abänderungen erleiden theils durch die Masse sich nun bildender und zwischen den schon vorhandenen Massen absetzender Eisengebilde, theils auch durch die fort und fort auf sie einwirkenden Zersetzungsmaterien der sie umgebenden, abgestorbenen und im ersten Sta-

dium ihrer Verkohlung begriffenen Pflanzenmassen. Sie können durch die kohlige Masse derselben von aussen her theilweise oder auch ganz wieder aufgelöst werden, wodurch sich zusammenhängende Lagen von Limoniten in einzelne Knollen, Knauer und Nester umwandeln. Es können aber auch umgekehrt durch diese Verkohlungssubstanzen den schon vorhandenen Eisenknollen neue Eisentheile zugeführt werden, wodurch sie sich zu zusammenhängenden Lagen vereinigen. Noch mehr aber kann ihre Masse Veränderungen erleiden in ihrem chemischen Gehalte theils durch die aus den Verwesungsmassen sich entwickelnden Säuren, theils durch die aus ihrer mineralischen Umgebung freiwerdenden und im Wasser löslichen Salze der Alkalien und alkalischen Erden. Unter allen diesen Umwandlungspotenzen verdient die Phosphorsäure mit ihren im Wasser löslichen Salzen vorzugsweise einer Erwähnung; denn durch sie, die sich nicht nur aus den holzigen Theilen der Torfgebilde, sondern auch aus den Körpermassen aller der in einem Moore, Sumpfe oder See zu Grunde gegangenen Thiere reichlich entwickelt, wird das schon vorhandene aus Eisenoxydhydrat gebildete Erz ganz oder theilweise in phosphorsaures Eisenoxyduloxyd (Blaueisenerde) umgewandelt.

Bemerkung: Wiegmann theilt über diesen Einfluss der Phosphorsäure auf das Raseneisenerz in seinem Werke (»Ueber Entstehung des Torfes . . .« S. 69—90) folgendes mit: »Die schwarzen Stellen mancher Limonite (im Torfmoore von Hagenbruch bei Braunschweig) waren durch Grüneisenerde zeisiggrün angeflogen und wurden beim Luftzutritt blau oder gelblich, daher diese Erde wahrscheinlich ebenfalls eine Uebergangsstufe zur Blaueisenerde ist. Es schien daher, dass das durch den Raseneisenstein hindurchsickernde Wasser Humus- und Phosphorsaures Eisen aus ihm aufnahm und darunter an Torf, Sand und Holz wieder absetze. Um dies näher zu untersuchen, wurde etwas noch undurchlöcherter Limonit aus demselben Bruche in einer flachen Tasse bei Zutritt von Licht und Luft mit Wasser aus dem Torfgraben, welches dort mit einer metallisch glänzenden Haut überzogen war und einer Untersuchung zufolge etwas freie Humussäure und Phosphorsäure enthielt, übergossen. Da entstand besonders auf den schwärzlichen Stellen des Limonits alsbald ein zuerst weisses phosphorsaures Eisenoxydul-Hydrat, dann grünes und endlich blaues, ganz dem natürlichen erdigen entsprechendes phosphorsaures Oxyd-Oxydulhydrat.«

Es ist indessen schwierig oder sogar unmöglich, alle die Veränderungen zu verfolgen, welche Raseneisenerze im Zeitverlaufe erleiden, weil uns ihre Lagerorte nur selten zugänglich sind. Nur soviel scheint gewiss,

1) dass die Masse dieser jungen Eisengebilde sowohl in ihrem Menge- und Formungsverhältnisse, wie in ihrem Gehalte so lange Vergrösserungen, Verkleinerungen und Umwandlungen unterworfen ist, als noch in Vertorfung oder Verwesung begriffene Organismenreste auf sie einwirken können;

2) dass dagegen diese Veränderungen mehr oder weniger aufhören,

wenn die sie umgebende Organismenmasse vollständig verkohlt ist, oder das Terrain in seiner Mineralmasse kein Eisenmaterial enthält, oder wenn erst der grössere Theil eines Limonites in phosphorsaures Eisenoxyd umgewandelt ist, weil die Phosphorsäure sich durch die Verwesungssubstanzen ihre Eisenbasis nicht mehr rauben lässt.

§. 74. Aus diesen beiden Erfahrungs-Annahmen folgt nun von selbst, dass es wohl noch viele Limonitablagerungen giebt, welche noch im Fortwachsen und Umbilden begriffen sind, während aber auch andererseits viele solcher Eisenablagerungen in ihrer Ausbildung fertig dastehen. Zu diesen letzteren möchten zunächst namentlich diejenigen Bildungen gehören, welche in den trocken gelegten Becken ehemaliger Torfmoore oder in den von dem Flugsande ganz verschütteten Dünenseeen oder in dem Boden von Haidesteppen, deren Haide jährlich niedergebrannt wird, und von nassen Aeckern, welche öfters umgeworfen und wiederholt mit Kalk gedüngt werden, lagern. Sodann aber kann es auch viele Morasterz-Ablagerungen geben, welche sich nicht weiter fortbilden, weil die sie umgebenden Torfmassen indifferent geworden sind. Es ist nämlich eine oben schon erwähnte und durch die Erfahrung bestätigte Thatsache, dass Haidehumus bei seiner Verwesung am Ende in ein Stadium kommt, in welchem seine kohlige Masse gar keine Neigung mehr zeigt, Sauerstoff an sich zu ziehen und Humussäuren aus sich zu entwickeln. In diesem Stadium verhält er sich fast wie eine von Erdwachs durchdrungene Kohle (weshalb ihn dann der Praktiker »Wachs-« oder »Harzhumus« nennt) und übt nun gar keinen Einfluss mehr auf die ihn umgebenden Eisenmassen aus, so dass diese sich nun weder mehr verändern noch wachsen können. Ganz ähnlich ist es nun auch mit dem aus Haide- und Sumpfgrasmassen entstehenden Torfe. Auch dieser wird, wie oben schon mehrfach angedeutet worden, im Verlaufe seiner Fortbildung am Ende in eine von Erdharz durchdrungene Kohle umgewandelt, welche nun eben in Folge der ihre Theile umhüllenden und sie so gegen den Sauerstoff verschliessenden Erdharztheile keinen Einfluss mehr auf die Fortbildung und Vermehrung der von ihr umgebenen Raseneisen-Ablagerungen ausübt. Es hat also dann der in einem Moore von solcher Torfkohle lagernde Limonit das Ende seiner Fortbildung erreicht.

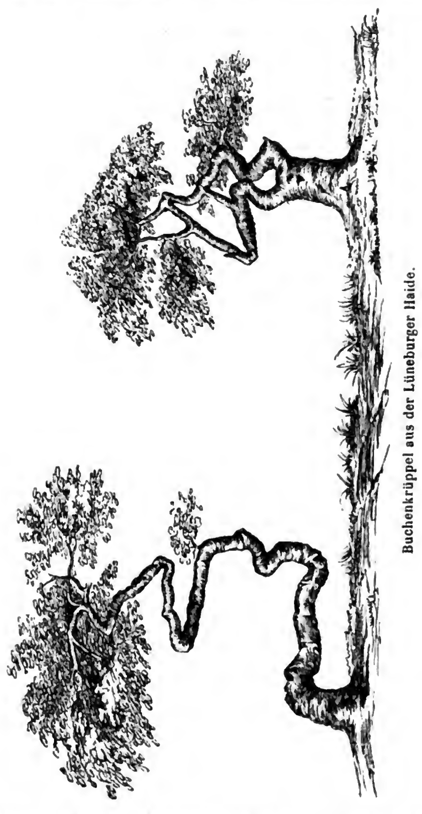
Zugleich aber beantwortet sich auch mit diesen Annahmen die Frage, ob die Raseneisensteinlager, wenn sie vollständig ausgegraben worden sind, wieder nachwachsen, dahin, dass dies allerdings nicht nur möglich, sondern sogar gewiss ist, sobald nur noch das Material zu deren Bildung entweder im Boden selbst oder in dessen Umgebung vorhanden ist. Am ersten kann jedoch dies geschehen, wenn eine Bodenmasse aus ihrer Umgebung durch Quellen oder Schichtwasser den Limonit schon fertig zugeleitet bekommt, wie dies unter anderen

bei dem oben erwähnten Acker und überhaupt in Aeckern und Wiesen mit beckenförmiger, undurchlässiger Sohle der Fall ist, wenn sie Schichtwasser von Hügeln in sich aufnehmen, welche bewaldet sind und in ihren Steinschichten viel Eisenoxyd enthalten. In diesem Falle kann man einen solchen Boden nur dadurch von seinem unwillkommenen Eindringling befreien, dass man ihn durch tiefgeführte Gräben von dem eisenspendenden Hügel absondert.

1) Bemerkung über das Nachwachsen der Raseneisenerze. Wenn auch die Raseneisenerze nicht so rasch nachwachsen, dass sie, wie Wallerius in seiner Mineralogie meint, schon nach einigen Jahren ein ausgestochenes Erzlager wieder ganz ersetzt haben, so ist es doch klar, dass sie aus den oben angegebenen Gründen an einem Orte sich so lange nachbilden werden, als noch an demselben Material zu ihrer Bildung vorhanden ist. Darin stimmen alle die überein, welche die Entstehungsweise der Raseneisenerze kennen gelernt haben, wie auch schon Freiesleben (a. a. O., S. 231) ausspricht: »Dass der Raseneisenstein sich jetzt noch erzeugt oder wächst, ist eine alte und bekannte, vielfach bestätigte Erfahrung; man hegt die Meinung, dass unhaltiger, ockriger Eisenstein, den man deshalb auch — die Mutter — nennt, sich in einem kurzen Zeitraume wieder in schmelzwürdigen festen Eisenstein verwandele; mehrere Eisensteingräber, sowie auch ältere Schriftsteller versichern, dass hierzu nur 6—8 Jahre erforderlich wären; andererseits versichern erfahrne Sachkundige, dass vielleicht ein oder mehrere Menschenalter vergingen, ehe sich eine feste Schicht Wiesenerz da, wo solches schon einmal ausgegraben worden ist, wieder bilde. Sehr erleichtert wird die Wiedererzeugung, wenn die untere Schaale oder der Grundstein nicht mit ausgebrochen wird, damit der neue Niederschlag oder sogenannte Sproth eine feste Sohle findet.« (Nach meinem Dafürhalten erleichtert der Grundstein das Nachbilden des Limonits allerdings, aber nicht als festes Fundament, sondern als Vorrathskammer von Eisenoxydhydrat, aus welchem die verfaulenden Pflanzenreste neues Material zur Bildung von Limonit erhalten). —

2) Bemerkung über den Einfluss der Limonite auf das Pflanzenleben. Die in dem Untergrunde von Aeckern, Wiesen und Wäldern vorkommenden — unter dem Namen Klump, Ortstein und Wiesenerz allgemein berüchtigten — Limonit-Ablagerungen wirken auf das Wohlbefinden der über ihnen wurzelnden und lebenden Pflanzen in mehrfacher Beziehung nachtheilig ein. Bilden sie feste zusammenhängende Lagermassen, so rauben sie einerseits den tiefer in den Boden eindringen wollenden Wurzeln, namentlich der Bäume, allen Wachsthumsraum, und verschliessen sie andererseits diesen letzteren ihr Nahrungsmagazin, so dass sie sich nur kümmerlich entfalten und in Folge davon

auch nur einen krüppelhaften, bald absterbenden Stamm aus sich entwickeln können. Wer sich von dieser Wirkungsweise der Ortsteine überzeugen will, darf nur solche abenteuerlich geformte Buchenkrüppel sehen, wie sie in beifolgender — aus der Lüneburger Haide entlehn-



Buchenkrüppel aus der Lüneburger Haide.

ter — Skizze naturgetreu abgebildet erscheinen. — Befinden sich dagegen die Limonit bildenden Eisensalze noch im Bodenwasser aufgelöst,

so werden sie leicht von den Saugzasern der Wurzeln aufgesogen und so in das Innere der Pflanzen gebracht, wo sie nun durch den bei dem Assimilationsprocesse der Nährstoffe frei werdenden Sauerstoff höher oxydirt, dadurch unlöslich gemacht und endlich an den Wänden des Zellengewebes in solcher Menge abgesetzt werden, dass die Zellenwände ihre Lebensthätigkeit verlieren. — Ausserdem ist auch nicht abzuläugnen, dass sie, wie in den §§. über die Bildungsweise der Limonite schon gezeigt worden ist, sich sehr oft bei ihrer Verdichtung an den Pflanzenwurzeln in so starken Rinden absetzen, dass diese aus Mangel an Nahrung absterben müssen.

Register.

C.

D.

E.

F.

G.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

Z.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.










UNIVERSITY OF MINNESOTA
sci
551.9 Se5
Senft, Ferdinand, 1810-1893.
Die humus-, marsch-, torf- und limonit-b
3 1951 000 944 850 V
Minnesota Library Access Center
9 ZA R01 D01 S02 TG 4
Digitized by Google